

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie

**Entwicklung eines therapeutischen Kletterprogramms
und Evaluation seiner Effekte auf Personen mit
Multipler Sklerose**

Claudia Kern

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.) genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Joachim Hermsdörfer

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Renate M. Oberhoffer
2. apl. Prof. Dr. Christian Bischoff

Die Dissertation wurde am 01.10.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät der Sport- und Gesundheitswissenschaften am 14.11.2014 angenommen.

*für meinen Vater,
der mit seiner MS nicht mehr in den Nutzen dieser neuen Therapieform
kommen konnte*

*für Andrea,
die mit ihrem Humor und ihrer positiven Art die Studiengruppe bereicherte
und, zumindest für kurze Zeit, von dieser neuen Therapieform profitieren
konnte*

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	11
Zusammenfassung	13
Abstract	15
1 Einführung	17
2 Problemstellung	21
3 Forschungsstand	23
3.1 Multiple Sklerose	23
3.1.1 Klinik.....	24
3.1.2 Diagnose und Klassifikation	25
3.1.3 Therapie	27
3.1.3.1 Immunmodulatorische Therapie.....	27
3.1.3.2 Symptomatische Behandlung und Rehabilitation	30
3.2 Therapeutisches Klettern	43
3.2.1 Entwicklung und Begriffsbestimmung.....	43
3.2.2 Wirkdimensionen des Kletterns.....	46
3.2.3 Indikationen im Therapeutischen Klettern	64
3.3 Hypothesen	66
4 Entwicklung des Kletterprogramms für Personen mit MS	69
4.1 Kletterprogramm im Kontext Gesundheit	69
4.2 Organisation und Belastungssteuerung im therapeutischen Klettern	75
4.3 Machbarkeitsanalysen.....	85
4.4 Interventionsprogramm „TKMS“	92
5 Methodik	101
5.1 Studiendesign	101
5.1.1 Sechsmonatigen Interventionsstudie „TKMS“	102
5.1.2 Dreijahres-Follow-up	104
5.1.3 Studienpopulation	104
5.2 Untersuchungsparameter.....	106
5.2.1 Neurologischer Status	106
5.2.2 Kognition und Motorik.....	109
5.2.3 Psychosoziale Parameter.....	113
5.2.4 Befindlichkeitsskalierung während der Intervention	116
5.3 Statistik.....	119
6 Ergebnisse	121
6.1 Sechsmonatige Interventionsstudie „TKMS“	121
6.1.1 Studienpopulation	122
6.1.2 Verlaufskontrolle während der Intervention	127
6.1.3 Kognition und Motorik.....	132
6.1.4 Psychosoziale Faktoren	139

6.2	Dreijahres-Follow-up	145
6.2.1	Studienpopulation	145
6.2.2	Kognition und Motorik.....	147
6.2.3	Psychosoziale Faktoren	151
7	Diskussion	157
7.1	Bewertung des entwickelten Therapieprogramms „TKMS“	157
7.2	Effekte des therapeutischen Kletterns auf Personen mit MS	174
7.2.1	Einfluss auf Kognition und Motorik	178
7.2.2	Einfluss auf psychosoziale Faktoren	188
7.3	Methodendiskussion und Limitierung	199
8	Zusammenfassung und klinischer Ausblick	211
	Literatur.....	215
	Danksagung.....	231
	Lebenslauf	233
	Erklärung.....	235
A	Anhang.....	237
A.1	Flyer	237
A.2	Probandeninformation / Einverständniserklärung.....	241
A.3	Interventionsprogramm im Klettern	245
A.4	Allgemeiner Fragebogen / Borg-Skala	273

Abkürzungsverzeichnis

ADL	Activity of Daily Living
ADS(-L)	Allgemeine Depressionsskala(-Lang)
AP	Anterior-posterior
APA	American Psychiatric Association
BAR	Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation
BDI	Becks Depression Inventory
BFTS	Bayerisches Forschungs- und Technologiezentrum für Sportwissenschaft
COP	Center of Pressure
CIS / KIS	klinisch isoliertes Syndrom
d2CP	d2 Concentration Performance Test
DAV	Deutscher Alpenverein
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DMSG	Deutsche Multiple Sklerose Gesellschaft
DSM-IV	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
ECTRIMS	European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis
EDSS	Expanded Disability Status Scale
EM	Expectation-Maximization
EXSEM	Exercise and Self-Esteem-Modell
EZ	Eigenzustandsskala
e.V.	Eingetragener Verein
FAMS	Functional Assessment of Multiple Sclerosis
FSS	Functional Systems Scores
FST	Faces Symbol Test
ICD-10-GM	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – 10. Revision German Modification Version 2014
ICF	International Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
ID	Identifikationsnummer
IG	Interventionsgruppe
IG Klettern	Interessengemeinschaft Klettern
IMSCG	International Multiple Sclerosis Consulting Group
GLM	Generalisiertes lineares Modell
HAQUAMS / HARLEMS	Hamburg Quality of Life Questionnaire in Multiple Sclerosis / Hamburger Lebensqualitätsfragebogen bei Multipler Sklerose
HF	Herzfrequenz
KG	Kontrollgruppe
KTU	Kuratorium für Prävention und Rehabilitation an der Technischen Universität München e.V.
LQ	Lebensqualität
MFI	Multidimensional Fatigue Inventory
MFIS	Modified Fatigue Impact Scale
MFT S3 Check	Koordinationstrainingsgerät der Multifunktionale Trainingsgeräte GmbH
ML	Medio-lateral
MRT	Magnetresonanztomographie
MS	Multiple Sklerose
MSFC	Multiple Sclerosis Functional Composite
MSTKG	Multiple Sklerose Therapie Konsensus Gruppe
MSWS	Multidimensionale Selbstwertskala
MW	Mittelwert
MZP	Messzeitpunkt
m/Min	Meter pro Minute

NAB	Neuropsychological Assessment Battery
NHPT	Nine Hole Peg Test
OE	Obere Extremität
PASAT	Paced Auditory Serial Addition Test
PmMS	Person(en) mit Multipler Sklerose
PML	Progressive multifokale Leukenzephalopathie
PNF	Propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation
POMS-F	Profile of Moods States Fatigue
PPMS	Primär progrediente Multiple Sklerose
RCT	Randomized controlled trial
RAGT	Roboterassistiertes Gehtraining
RRMS	Relapsing Remitting Multiple Sclerosis (schubförmig remittierende MS)
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
SF 36	Short Form 36
SPMS	Sekundär chronisch progrediente Multiple Sklerose
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SWE	Selbstwirksamkeitserwartung
S/Min	Schritte pro Minute
„TKMS“	„Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“
TN	Teilnehmer
TOL	Tower of London Test
TUM	Technische Universität München
T25FWT	Timed 25 Foot Walk Test
UE	Untere Extremität
VAS	Visuelle Analog Skala
WEIMuS	Würzburg Fatigue Inventory for Multiple Sclerosis
WHO	World Health Organization
WKV	Wahrgenommene körperliche Verfassung
ZNS	Zentrales Nervensystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Bewegung als Auslöser für biologische und psychologische Prozesse	40
Abbildung 2 Übertragung der drei Wirkdimensionen aus dem Klettern in die Therapie ...	48
Abbildung 3 Sinndimensionen des Kletterns	57
Abbildung 4 Einsatz der Wandstruktur als ergänzendes Therapie-Element	80
Abbildung 5 Eigene Therapieboards der TUM (Selbstentwickelt von Kern / Eberhardt) ..	84
Abbildung 6 Pilotstudie: Darstellung der Item-Mittelwerte der beiden Befindlichkeitsfragebögen	87
Abbildung 7 Machbarkeitsanalyse: Bedeutung des Therapeutischen Kletterns als Rehabilitationssport für die Teilnehmer	89
Abbildung 8 Automatisches Sicherungsgerät „Eddy“ der Firma Edelrid	94
Abbildung 9 Sicherungsgerät „Eddy“ in der Anwendung.....	94
Abbildung 10 Hilfsmittel beim Klettern.....	96
Abbildung 11 Testverfahren der beiden Studienabschnitte im Zeitverlauf.....	102
Abbildung 12 Flussdiagramm der Ein- und Ausschlüsse der Probanden beider Studienabschnitte	106
Abbildung 13 Zuordnung der Symbole und Gesichter des Faces Symbol Tests (FST) nach ²⁶⁹	109
Abbildung 14 Markerplatzierung zur Videoganganalyse einer Probandin	110
Abbildung 15 Hierarchie des Fragebogens „Multidimensionale Selbstwertkala“ (MSWS)	115
Abbildung 16 Items und Adjektivliste der „Wahrgenommenen körperlichen Verfassung“ (WKV)	117
Abbildung 17 Items und Adjektivliste der „Eigenzustandsskala“ (EZ)	118
Abbildung 18 Funktionseinschränkungen der Teilnehmer nach Gruppenzugehörigkeit ..	124
Abbildung 19 Expanded Disability Status Scale (EDSS) und Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC, Z-Werte), Baseline und 6 Monate	127
Abbildung 20 „Wahrgenommene körperliche Verfassung“(WKV) vor und nach jeder Trainingseinheit	128
Abbildung 21 „Eigenzustandsskala“ (EZ) vor und nach jeder Trainingseinheit.....	129
Abbildung 22 Ganganalyse: Geschwindigkeitsmessung eines Schrittzklus beider Gruppen, Baseline und 6 Monate	135
Abbildung 23 Ganganalyse: Spurbreite beider Gruppen, Baseline und 6 Monate.....	135
Abbildung 24 Stabilität im Stand: Bewegung im hüftbreiten Stand auf der Kraftmessplatte (KMP), Baseline und 6 Monate	138
Abbildung 25 Stabilität im Stand: S3 Check, Baseline und 6 Monate.....	139
Abbildung 26 Lebensqualität (HARLEMS), Baseline und 6 Monate.....	140

Abbildung 27 Fatigue (WEIMuS), Baseline und 6 Monate	142
Abbildung 28 Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Baseline und 6 Monate.....	143
Abbildung 29 Gesamtselbstwert (MSWS T-Wert), Baseline und 6 Monate	144
Abbildung 30 Funktionseinschränkungen der Teilnehmer des Follow-ups, Baseline	147
Abbildung 31 Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	149
Abbildung 32 Stabilität im Stand: Hüftbreiter Stand auf der Kraftmessplatte (KMP), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	150
Abbildung 33 Stabilität im Stand: S3 Check, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	151
Abbildung 34 Lebensqualität (HARLEMS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	152
Abbildung 35 Fatigue (WEIMuS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre.....	153
Abbildung 36 Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	154
Abbildung 37 Gesamtselbstwert (MSWS T-Wert), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	154
Abbildung 38 Depression (ADS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	155

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Kodierung der Multiplen Sklerose nach ICD-10-GM.....	27
Tabelle 2 Übersicht der wichtigsten Medikamente in der Immuntherapie bei Multipler Sklerose.....	29
Tabelle 3 Begriffsbestimmung einiger Klettervarianten mit Einordnung der Therapierelevanz.....	44
Tabelle 4 ICF Core Set für MS.....	71
Tabelle 5 Übertragung der Bewegungsaufgaben aus dem therapeutischen Klettern in die ICF-Kodierung.....	72
Tabelle 6 Europäische Schwierigkeitsskalen im Klettern	77
Tabelle 7 Motorische Zielsetzung im Klettern für Personen mit Multiple Sklerose.....	83
Tabelle 8 Machbarkeitsanalyse: Gründe für das therapeutische Klettern	89
Tabelle 9 Machbarkeitsanalyse: Subjektiv empfundene, symptomatische Veränderungen durch das therapeutische Klettern.....	90
Tabelle 10 Machbarkeitsanalyse: Allgemeine Veränderungen durch das therapeutische Klettern	91
Tabelle 11 Organisationsstruktur des entwickelten Kletterprogramms „TKMS“	103
Tabelle 12 Organisationsstruktur, Schwierigkeiten und Lösungsansätzen des entwickelten Kletterprogramms „TKMS“	121
Tabelle 13 Demografische und klinische Daten der Stichprobe des ersten Studienabschnitts	123
Tabelle 14 Ergebnisse zum Bereich „Depression“, Baseline und 6 Monate.....	125
Tabelle 15 Ergebnisse der Expanded Disability Status Scale (EDSS) und des Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC), Baseline und 6 Monate	126
Tabelle 16 Ergebnisse der Befindlichkeitsskala „Wahrgenommene körperliche Verfassung“ (WKV)	128
Tabelle 17 Ergebnisse der Befindlichkeitsskala „Eigenzustandsskala“ (EZ)	130
Tabelle 18 Ergebnisse der kognitiven Tests „Faces Symbol Test“ (FST) und Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT), Baseline und 6 Monate	133
Tabelle 19 Ergebnisse der einzelnen Parameter der Ganganalyse, Baseline und 6 Monate	134
Tabelle 20 Ergebnisse der Kraftmessplatte (KMP), Baseline und 6 Monate.....	137
Tabelle 21 Ergebnisse des S3 Check, Baseline und 6 Monate	138
Tabelle 22 Ergebnisse des Fragebogens HARLEMS (Lebensqualität), Baseline und 6 Monate	141
Tabelle 23 Ergebnisse des Fragebogens WEIMuS (Fatigue), Baseline und 6 Monate.....	142

Tabelle 24 Ergebnisse des Fragebogens SWE (Selbstwirksamkeitserwartung) und des MSWS (Selbstwert; T-Wert), Baseline und 6 Monate	144
Tabelle 25 EDSS, demografische und klinische Daten des Follow-ups	146
Tabelle 26 Einzelergebnisse des "Multiple Sclerosis Functional Composite" (Z-Wert) ..	148
Tabelle 27 Ergebnisse der Kraftmessplatte „Hüftbreiter Stand“, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre	150
Tabelle 28 Ergebnisse der psychosozialen Parameter, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre ..	152

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Multiple Sklerose (MS) ist eine chronisch progrediente Erkrankung des zentralen Nervensystems und betrifft überwiegend junge, noch arbeitsfähige Personen. Sie ist bis heute nicht heilbar und Medikamente können die Krankheitsprogression nur verlangsamen. Funktionseinschränkungen durch Koordinationsstörungen, Spastik und Muskelschwächen, aber auch psychische Veränderungen beeinträchtigen den Alltag der Patienten enorm. Obwohl Bewegung symptomatische und sekundäre Krankheitsfolgen reduzieren kann, sind Personen mit MS weniger aktiv als Gesunde. Eine neue Möglichkeit, die in der Rehabilitation der MS verankerten Ziele zu adressieren, bietet die Klettertherapie. Im Vergleich zur gängigen konservativen Therapie bringt sie zusätzlich eine hohe Motivation für die Betroffenen mit sich. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines neuen Programms im therapeutischen Klettern und die Evaluation der Wirkfaktoren und Bedingungen des Programms für die Therapie der individuellen Symptome und Bedürfnisse von Personen mit MS.

Methoden: Die Entwicklung des zweistündigen Programms einmal pro Woche entstand aus Recherchen, der persönlichen Arbeit mit MS-Betroffenen und eigenen Vorstudien. In jeder Einheit erfolgte eine individuelle Ausrichtung auf die Gruppe mit Dokumentation. Die Evaluation des Konzepts erfolgte in zwei Abschnitten. Im ersten Abschnitt wurde bei 27 Erwachsenen im Alter von 27-60 Jahren mit einer „Expanded Disability Status Scale“ (EDSS) 1-7 der Effekt eines sechsmonatigen Klettertrainings in einer randomisierten, kontrollierten Studie mit dem einer konventionellen Therapie verglichen (Warte-Kontrollgruppe). Erhoben wurden zum einen Befindlichkeitsskalierungen während der Intervention und zum anderen Testverfahren zu kognitiven, motorischen (Gang, Stabilität im Stand) und psychosozialen Parametern (Lebensqualität, Fatigue, Selbstwert, Selbstwirksamkeit, Depression) im Prä-Post-Design. Für die Analyse wurden nichtparametrische Testverfahren verwendet. Im zweiten Abschnitt wurden die Langzeiteffekte der Klettertherapie auf die oben genannten Parameter von 35 Personen mit Multiple Sklerose über den Verlauf von drei Jahren bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem generalisierten linearen Modell über drei Messzeitpunkte (Baseline, mindestens sechs Monate und mindesten drei Jahre Klettertherapie) und wurde mittels Bonferroni korrigiert.

Ergebnisse: Das Kletterprogramm eignet sich gut für Personen mit MS. *Intervention:* Alle Teilnehmer schlossen die neu entwickelte Klettermaßnahme ab, wenn auch zwei Probanden aufgrund der Ausschlusskriterien (Schub im Interventionszeitraum und Teilnahme $\leq 80\%$) aus der Datenanalyse herausgenommen werden mussten. Die

empfundene körperliche Anstrengung lag im Mittel bei $14,3 \pm 0,6$ („anstrengend“) auf der Borg-Skala. Während der Intervention zeigte sich eine signifikante Verbesserung in vier der acht Items der „Eigenzustandsskala“: Kontaktbereitschaft ($p=0,01$), soziale Anerkennung ($p \leq 0,001$), Selbstsicherheit ($p=0,02$) und Stimmungslage ($p=0,03$). *Prä-Post-Messungen*: Es ergab sich in den deskriptiven Daten der Klettergruppe in allen Parametern eine Stabilisierung oder Verbesserung der Werte über die sechs Monate. In den motorischen Funktionen wurde eine signifikante Verbesserungen in dem Gangparameter „Knöchelhub“ nur in der Klettergruppe ($p=0,04$) erzielt. Die Stabilität im Stand verbesserte sich im Stabilitätsindex nur in der Klettergruppe signifikant ($p=0,04$); im hüftbreiten Stand änderten sich die Werte in anterior-posteriore-Richtung ($p \leq 0,001$) und medio-laterale-Richtung ($p=0,04$). In den psychosozialen Parametern konnte nur in der „gesundheitsbezogenen Lebensqualität“ ($p=0,01$) und der Unterkategorie „körperliche Fatigue“ ($p=0,03$) eine Signifikanz nachgewiesen werden.

Im *Follow-up* über drei Jahre nahmen aus ethischen Gründen auch die Kontrollgruppe sowie neue Probanden an dem Kletterprogramm teil. Signifikante Verbesserungen zeigten sich in der Kognition von Messezeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 2 und 3 ($p \leq 0,001$). Von den motorischen Parametern verbesserten sich die Stabilität im Stand und die Feinmotorik von Messezeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 3 ($p \leq 0,001$). In den psychosozialen Parametern zeigte sich von Messzeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 2 in der Fatigue ($p=0,01$) und der Selbstwirksamkeit ($p = 0,02$) und von Messzeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 3 in der Fatigue ($p \leq 0,001$), dem Selbstwert ($p=0,001$), der Depression ($p \leq 0,001$) und der gesundheitsbezogene Lebensqualität ($p=0,03$) eine signifikante Verbesserung.

Diskussion: Erstmals wurde mit dem therapeutischen Klettern an der hohen Kletterwand eine Übertragung der komplexen Bewegungshandlung von der Sportart in die Therapie von MS erprobt. Die vielfältigen offenen Bewegungsoptionen im Klettern bieten ideale Voraussetzungen für ein individualisierbares Gruppentraining bei dem extrem heterogenen Erscheinungsbild der MS. Das neu entwickelte Kletterprogramm im Umfang von einer Einheit à 2h/Woche ist als Intervention bei allen Verlaufsformen einer MS bis zu einem EDSS von 7 grundsätzlich geeignet. Das Programm konnte zu einer regelmäßigen sportlichen Aktivität motivieren und stabilisierte oder verbesserte kognitive, motorische und psychische Funktionseinschränkungen der Personen mit MS. Im Verlauf des Programms zeigte sich eine starke soziale Einbindung der Teilnehmer in die Gruppe. Eine dauerhafte Implementierung des Programms in den Alltag sorgt für eine nachhaltige sportliche Aktivität der Personen mit MS. Eine Anerkennung als Therapiemaßnahme im Rahmen des Rehabilitationssports wird das nächste Ziel sein.

Abstract

Purpose: Multiple sclerosis (MS) expresses a chronic and progressive course of disease that mainly affects young adults, still capable of working. MS is not curable, even though immune-modulating medication can slow down the disease progression. The loss of functional capacity due to motoric dysfunction, muscle weakness, spasticity and further psychological changes severely handicaps everyday life of people with MS. Although exercise reduces secondary complications in people with MS, research has shown that those people are less physical active than non-disabled subjects. In contrast to traditional therapy interventions, sport climbing therapy of neurological patients is intrinsically highly motivating and fulfills the aims of the rehabilitation programs. Thereby, multidimensional skills in sport climbing allow targeting various symptoms of people with MS individually. This study aims to investigate the feasibility, active factors and prerequisites of the newly developed sport climbing program. Further the study analyzes, if this program changes physical and psycho-social functioning in persons concerned, subject to the condition that they have regularly participated once a week.

Methods: The sport climbing program consisted of a 2 hours training once a week. The content was developed from literature, own pilot-studies and personal experience. Each session was adjusted individually and documented. The evaluation followed in two parts: Firstly, a *randomized controlled trial* was performed within six months on consecutive Saturdays. 27 adults, age 27-60 years old, with an “Expanded Disability Status Scale” (EDSS) 1-7 were randomized into a climbing group (n=12) and (waiting) control group (n=15). A relapse during the time of intervention and training participation $\leq 80\%$ were defined as the criteria for exclusion. Data were collected for neurologic status, motor function (balance and gait analysis) as well as psycho-social function (quality of life, cognition, fatigue, self-esteem, self-efficacy and depression) in a pre-post design. Non-parametric statistic methods were used for data analysis. Secondly, the long-term effects of the sport climbing therapy were examined in a *follow up* study. In the follow-up study no control group existed. The effects on 35 people with MS were evaluated at baseline, six months later and three years later. Data were analyzed using a general linear model with Bonferroni correction.

Results: The sport climbing intervention is suitable for people with MS. *Randomized control trail (analysis of the intervention):* All participants took part and finished the intervention program; however two patients had to be excluded from the data analysis due the criteria for exclusion. The perceived exertion on the Borg Scale was in mean 14.3 ± 0.6 (“somewhat hard”). During the intervention a significant increase in four to eight items of

the “Eigenzustandskala” (perceived psychological status scale) revealed: “Kontaktbereitschaft” (attendance for contact, $p=0.01$); “soziale Anerkennung” (social acceptance, $p\leq 0.001$); “Selbstsicherheit” (self-assurance, $p=0.02$) and Stimmungslage (mood $p=0.03$). *Randomized control trial (analysis pre-post intervention)*: Summarizing all descriptive data of the intervention group the measured parameters demonstrate a stabilization and general increase of performance. *Motor function*: Significant increase of performance in gait analysis of the intervention group was only seen in ‘foot clearance’ ($p=0.04$). The balance measured by the ‘stability index’ significantly increased only in the climbing group ($p=0.04$); in standing position (legs position ‘hip width’) the data in anterior-posterior distance ($p\leq 0.001$) as well as medio-lateral direction ($p=0.04$) revealed significant changes. Significant improvements were also found in the ‘health related quality of life’ ($p=0.01$) and the subcategory ‘physical fatigue’ ($p=0.03$).

Follow up: Over the period of three years it was ethnically not justifiable to exclude the control group as well as new members from the sport climbing training. The results from the follow up study demonstrate the following significant ($p\leq 0.001$) data from baseline measurement, measurement 2 and measurement 3: *Cognition*: There was a significant ($p\leq 0.001$) increase from the baseline measurement, measurement 2 and measurement 3. *Motor function*: The results demonstrate an increase in ‘standing stability’ and ‘fine motor skills’ ($p\leq 0.001$). The results of the questionnaires analyzing the psycho-social parameters showed a significant decrease of fatigue ($p\leq 0.001$) and increase of self-efficacy from measurement 1 to measurement 2 ($p=0.02$) and an increase of self-esteem ($p=0.001$), a decrease of depression ($p\leq 0.001$) and fatigue ($p\leq 0.001$) as well as the health-related quality of life ($p=0.03$) from measurement 1 to measurement 3.

Conclusions: For the first time this study proved the transformation of the complex movement of sport climbing at a high climbing wall from sports to therapy for people with MS. The candid movement options in climbing are perfect for an individual group-training in this inhomogeneous appearance of MS. The new developed sport climbing program with a weekly duration of 2 hours is an appropriate intervention program for people with MS with an EDSS score up to 7, independently from the form of disease progression. The sport climbing motivated the participants to regular physical activity. It improved and stabilized mental as well as physical function in people with MS. During the intervention program a strong social network between the participants developed. An implementation of the program into daily routine would sustainably improve physical activity of people with MS. A future goal would be the certification of the sport climbing therapy as a rehabilitation sport.

1 Einführung

„Wer einen hohen Berg erklimmen will, tut das nicht in Sprüngen, sondern schrittweise und langsam.“

(„Gregor der Große“; Papst Gregor I. 590-604)

Wenn Patienten mit Multiple Sklerose klettern möchten, scheint zunächst auch der kleinste Schritt zu groß. Klettern wird in der Regel mit Bergsteigen, Natursport, Leistung, Konzentration und Vitalität in Verbindung gebracht. Aber, durch das Risiko und Wagnis an der Kletterwand, fordern Eigenschaften wie Besonnenheit und Verantwortung Raum. Der Facettenreichtum im Klettern ist so groß, wie in kaum einer anderen Sportart. Um das Ziel, „den Gipfel“, erreichen zu können, hat die Gestaltung der Kletterbewegung eine entscheidende Bedeutung. Neben konditionellen und koordinativen Aspekten, kommen psychosoziale Komponenten im Klettersport ebenfalls deutlich zum Tragen. Das umfasst die Kernelemente sportlicher Handlungsfelder. Der Gedanke, diese positiven Aspekte in der Therapie zu nutzen, liegt nahe.

Das therapeutische Klettern (TK) begann sich als Therapieform in den achtziger Jahren zu entwickeln, zunächst im orthopädischen und psychosomatischen Bereich. Bisher existiert nur eine geringe Datenlage, dagegen vermehrt Erfahrungsberichte aus dem Bereich der Physio- und Ergotherapie, sowie der (erlebnis-)pädagogischen und sozialen Arbeit mit Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen^{1,2}. Eine Anwendung des TK scheint über alle Altersstufen möglich zu sein.

Die neurologische Erkrankung Multiple Sklerose (MS) setzt in der Regel im frühen bis mittleren Erwachsenenalter ein und hat einen schwer vorhersagbaren Krankheitsverlauf. Sie zeigt verschiedenste Symptome mit deutlichen funktionellen Einschränkungen³. Trotz intensiver Forschung, vor allem von ursächlicher und pharmakologischer Art, lässt sich diese Erkrankung nur schwer fassen und bis heute nicht heilen. Aus sozialmedizinischer Sicht führt die Erkrankung MS häufig zu einer Frühberentung der Betroffenen. Die Bedeutung bewegungsbezogener Interventionen in der Rehabilitation von Personen mit MS nehmen zu⁴. Funktionelle Beeinträchtigungen betreffen überwiegend Veränderungen in der Gehfähigkeit, dem Gleichgewicht oder der körperlichen Fitness. Merkmale bezüglich gängiger, geeigneter sportlicher Aktivitäten und deren Wirkung auf Kraft- und Ausdauerschwächen sowie Einschränkungen der Mobilität bei Personen mit MS, wurden in der Literatur bereits dargestellt⁵⁻⁷. Aber auch die Stimmung, kognitive Veränderungen, Fatigue („Erschöpfung“) oder soziale Isolation lassen sich durch körperliche Aktivität bei PmMS positiv beeinflussen⁸⁻¹⁴. Um der wachsenden Nachfrage und dem speziellen Bedarf

von PmMS gerecht zu werden, sind neue, qualitativ hochwertige Therapieprogramme notwendig.

Die Motivation zum „lebenslangen Sporttreiben“ erweist sich, trotz nachgewiesener positiver Effekte, schon bei Gesunden als äußerst schwierig¹⁵. Auch kommt es generell bei chronischen Erkrankungen immer wieder zu einer großen Therapiemüdigkeit. Mit dem therapeutischen Klettern wird eine Sportart gewählt, die einen hohen Motivationscharakter besitzt und für die häufig relativ jungen Personen mit MS, eine Therapieform mit einer Sportart verbindet. Die Vorstellung, Menschen, die zum Teil im Rollstuhl sitzen, in einer „Risikosportart“ mit Seilsicherung an der Kletterwand zu therapieren, war neu und mutete ungewöhnlich an. Das zeigte sich in dem Zitat eines MS-Betroffenen bei der Rekrutierung der Probanden für die Pilotstudie:

„Die Idee klingt gut, aber sollen wir etwa mit Rollstuhl und Krücken an die Kletterwand?“

Die Teilnahme einer behinderten Person an einem „Trendsport“ scheint unmöglich und birgt viele Barrieren. Im Jahr 2005 musste zunächst eine Erprobung der Machbarkeit des Kletterns mit Seilsicherung unter rehabilitativen Aspekten für Personen mit MS erfolgen. Die erfolgreiche Umsetzung und weitere Vorstudien bildeten die Basis für das hier entwickelte und evaluierte Programm „TKMS“ im therapeutischen Klettern für Personen mit MS (Kapitel 4). Nicht nur die Patienten, auch die Betreuer, Ärzte und das soziale Umfeld können es bis heute zunächst kaum glauben, dass unterschiedlich schwer betroffene Personen mit MS eine hohe Kletterwand bezwingen können.

Psychische Faktoren zählen neben physischen als Ressourcen der Gesundheit. Das therapeutische Klettern liefert ideale Voraussetzungen, um auf diesen beiden Ebenen effektiv mit Personen mit MS zu arbeiten¹⁶⁻²⁰. Das Klettern ermöglicht es mit dem eigenen Körper zu experimentieren, neue Bewegungen auszuprobieren, Vertrauen in den eigenen Körper zu schaffen und die Folgen dieser Erfahrungen in sich zu verankern. Ein großer Vorteil im therapeutischen Klettern ist der geringe Leistungsdruck. Angst vor dem Rückweg ist überflüssig. Die Situation wird durch den Therapeuten von außen kontrolliert und eigene Ressourcen können bedenkenlos erprobt werden.

Mit folgenden Worten zitierte Dr. Köhler (MS-Spezialist) in einer Rede den Begründer der Existenzanalyse und Logotherapie *Viktor Frankl* und hebt die Bedeutung eines holistischen Ansatzes für PmMS hervor:

„Viktor Frankl sagte einmal: „Die Immunlage hängt unter anderem von der Affektlage ab, und die Affektlage hängt wesentlich von der inneren Sinnerfüllung ab.“ Wenn es also gelingt, Menschen dazu anzuleiten, ihr Leben in Freiheit und Würde sinnvoll zu gestalten - egal von welcher Ausgangslage -

dann wird es dem Menschen seelisch gut gehen. Jedes Leid bedeutet Wertverlust.“

Anhand der umfassenden, für den Sport typischen Wirkung in den drei Ebenen (motorische, psychische und soziale Ebene) erscheint das therapeutische Klettern eine sinnvolle Ergänzung in der Rehabilitation von Personen mit MS. Die physischen und psychischen Effekte, die quasi nebenbei in einer sportlichen Tätigkeit mitgenommen werden können, scheinen hier besonders wertvoll zu sein. Sie adressieren die typischen Symptome der Personen mit MS wie Gleichgewichtsstörungen oder Selbstwertprobleme. So auch soziale Aspekte, da über den Sport einer „Ausgrenzung im Alltag“ entgegengewirkt werden kann. Ziel ist hier neben der Erfassung motorischer und psychosozialer Veränderungen, wie sie häufig von kurzfristiger Art in der Rehabilitation erwirkt und in Studien nachgewiesen werden können, eine Motivation zum dauerhaften, regelmäßigen Sporttreiben zu erwecken^{4,21}. Mit den ganzheitlichen, individuellen Erfahrungen der Effekte durch das Klettern auf den Körper und einer möglichst anhaltenden Wirkung auf den Organismus, können positive Gefühle und eine veränderte Einstellung zum Krankheitsbild erzeugt werden. Sekundären Krankheitsschäden, wie Übergewicht, Bluthochdruck oder Osteoporose, kann durch sportlicher Aktivität entgegengewirkt werden²². Das Therapeutische Klettern birgt auch hierfür viel Potenzial.

Nach der Untersuchung des Konzepts „TKMS“ in dem ersten kontrolliert randomisierten Abschnitt über sechs Monate, konnten das entwickelte Programm im ‚Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V.‘ weitergeführt werden und die langfristigen Effekte des therapeutischen Kletterns auf Personen mit MS mit einer größeren Fallzahl, jedoch ohne Kontrollgruppe erneut nach sechs Monaten und drei Jahren evaluiert werden.

Unter sozioökonomischen Gesichtspunkten werden bei der Entwicklung neuer Therapiekonzepte evidenzbasierte Maßnahmen gefordert. Für die Etablierung des therapeutischen Kletterns als Präventions- oder Rehabilitationsmaßnahme werden Nachweise zur Wirkung des ganzheitlichen Behandlungsansatzes, erweiterte Kompetenzen der Therapeuten und Eigenverantwortung der Patienten vorausgesetzt. Diese Arbeit trägt dazu bei, einen innovativen Weg zu öffnen, um der Erkrankung MS mit Bewegung zu begegnen und neue Therapieansätze zu erproben. Auch wenn, oder gerade weil die Erkrankung MS eine unberechenbare, chronische Erkrankung ist, muss jeder Einzelne auf seinem individuellen Niveau körperlich aktiv werden. So fremd wie es anfänglich erscheinen mag, das Klettern zeigt Personen mit MS neue Wege für eine aktive Teilhabe am Leben, schrittweise und langsam.

Die Bezeichnung „Personen mit Multipler Sklerose“ (PmMS) erscheint ungewohnt. Es hat sich in einer Studie von Baker et al. (2014) gezeigt, dass 34% der befragten MS-Betroffenen den Begriff „PmMS“ oder den Begriff „MSler“ (43%) gegenüber dem Begriff Patient, Betroffener oder Klient vorziehen. Um dem Empfinden dieses Personenkreises gerecht zu werden, wird in dieser Arbeit überwiegend der Begriff PmMS verwendet.

2 Problemstellung

Solange Medikamente noch nicht besser wirksam sind, ist nach Kesselring (2013) die Rehabilitation die wichtigste Grundlage in der Behandlung von PmMS. Ein therapeutisches Langzeittraining muss alle Bereiche des täglichen Lebens betreffen, so dass letztendlich ein volles und reiches Leben für diese Personen möglich ist.

Diese Arbeit hat zum einen die anwendungsorientierte Programmentwicklung im therapeutischen Klettern und zum anderen eine theoretische und empirische Aufarbeitung der kausalen Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen dem therapeutischen Klettern und motorischen und psychosozialen Parametern bei PmMS zum Ziel.

Folgende drei Zielbereiche werden in dieser Arbeit erforscht:

1. Entwicklung eines neuen Interventionsprogramms im therapeutischen Klettern mit Seilsicherung für die Zielgruppe „Personen mit Multipler Sklerose“ unter der theoretischen Aufarbeitung der vorhandenen Literatur auf der Basis eigener Vorarbeiten.

Der Fokus liegt hierbei auf der Anwendbarkeit des Programms für die Personen mit MS, sowie der langfristigen Verankerung des Programms mit einer möglichen Einordnung im deutschen Gesundheitssystem (Kapitel 4 / 7).

2. Untersuchung der Auswirkungen des Interventionsprogramms im therapeutischen Klettern auf motorische und psychosoziale Parameter von Personen mit Multipler Sklerose in einer randomisiert kontrollierten Studie über sechs Monate.

Um eine Bewertung der Effekte zu erhalten, wurde die Wirkung auf folgende, speziell für diese Zielgruppe relevanten Parameter, untersucht: Lebensqualität, Kognition, Gehfähigkeit, Stabilität im Stand, Selbstkonzept und Fatigue (Kapitel 4 / 5 / 6 / 7).

3. Überprüfung der Nachhaltigkeit und der Effekte eines dauerhaften, einmal wöchentlichen Therapieangebotes im Klettern auf die Teilnehmer mit Multipler Sklerose.

Anhand der zuvor gewonnenen Erkenntnisse erfolgte eine Evaluation motorischer und psychosozialer Parameter nach einer aktiven Teilnahme an dem Programm über einem Trainingszeitraum von 6 Monaten und 3 Jahren (Kapitel 4 / 5 / 6 / 7).

3 Forschungsstand

3.1 Multiple Sklerose

Die Encephalomyelitis disseminata, Synonym für Multiple Sklerose (MS), ist die zweithäufigste neurologische Erkrankung des zentralen Nervensystems (ZNS) und Rückenmarks Erwachsener. Sie ist entzündlich, immunvermittelt und weist einen chronischen Verlauf auf. Eine fokale lymphozytäre Infiltration führt zu einer histopathologisch unterschiedlich ausgeprägten Schädigung von Myelin und Axon. Die im Anfangsstadium durch eine Entzündung (T-Zell-vermittelte Autoimmunreaktion) und Demyelinisierung herbeigeführten, neurologischen Dysfunktionen sind häufig reversibel. Im weiteren Verlauf erweisen sich die pathologischen Veränderungen (Oligodendrozyten-Depletion, Astrozytosis) als dominant mit einer chronisch neuronalen und axonalen Degeneration²³⁻²⁵.

Die Prävalenz liegt in Deutschland bei 150 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner. In Deutschland sind 130.000 und weltweit etwa 2,5 Millionen Menschen von MS betroffen²⁶. Analog zu den meisten anderen Autoimmunerkrankungen zeigt sich in der Geschlechterverteilung, dass insgesamt mehr Frauen an MS erkranken. Die Gynäkotropie einer schubförmig verlaufenden MS liegt bei 3:1. Bei der chronisch progredienten Form sind Männer und Frauen etwa gleichhäufig betroffen. Unter geographischen Aspekten existiert ein erkennbares Nord-Süd-Gefälle mit einer abnehmenden Prävalenz in Äquatornähe²⁶⁻²⁸.

Pathogenese und Ätiologie der Erkrankung sind unklar. Ein komplexes genetisches Risikoprofil mit 110 Genvarianten sowie Umweltfaktoren gelten als gesichert^{3,23,27,29}. Ein genaues Verhältnis der Faktoren scheint jedoch noch nicht geklärt. Hawkes et al. (2013) diskutieren in ihrem aktuellen Review eine Überbewertung genetischer Faktoren und lenken den Fokus wieder vermehrt auf den Einfluss von Umweltfaktoren³⁰. Um ein Risikoprofil zu erstellen, werden derzeit Einflussfaktoren wie spezifische Gene, Infektionen, familiäre Disposition und Lifestyle-Faktoren (zum Beispiel Rauchen, Übergewicht, Ernährung, hoher Alkoholenuss im Teenageralter) stärker erforscht³¹.

Die Diagnose MS betrifft primär junge Menschen, die aktiv im Arbeitsleben stehen. Das Prädilektionsalter liegt zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr (Median 28 Jahre)²⁶. Die Diagnose MS betrifft mit 2-5% auch immer häufiger Kinder und Jugendliche³²⁻³⁴.

Die Zahlen zur Arbeitsfähigkeit schwanken stark: Zwischen 30% und 80% der Personen mit MS stehen zehn Jahre nach Krankheitsbeginn in keinem Arbeitsverhältnis mehr^{25,35,36}. Nationalen und internationalen Berichten zufolge sind es 40% der PmMS, die, obwohl noch erwerbsfähig, keiner Arbeit mehr nachgehen³⁷. Zu den Gründen gehören krankheitsspezifische Faktoren wie Fatigue, Einschränkungen der Mobilität (obere und

untere Extremität), kognitive Defizite und depressive Störungen³⁷. In diesem Bereich ist ein Defizit an spezifischen Interventionen zu bemängeln^{38,39}. Unter den neurologischen Erkrankungen wird die MS als häufigste Ursache einer frühzeitigen Behinderung junger Erwachsener angesehen. Bundesweit betragen die jährlichen volkswirtschaftlichen Krankheitskosten (direkte und indirekte Kosten sowie informelle Hilfe durch Angehörige) insgesamt 4 Mrd. Euro, dies entspricht durchschnittlich ca. 33.000 Euro pro Patient⁴⁰. Je größer der Behinderungsgrad ist, desto höher sind die Kosten^{35,41,42}.

Trotz intensiver Forschung und einem Zuwachs medikamentöser Therapieoptionen, sind der Verlauf der Erkrankung und ihre Progression nicht ausreichend beeinflussbar. Immunmodulierende Medikamente können zwar die Frequenz neuer Schübe reduzieren, aber Funktionsbehinderungen und psychiatrische Veränderungen nicht rückgängig machen²³. Das Gesamtbild zeigt eine große klinische, bildgebende und pathologische Heterogenität. Es ist bis heute nicht möglich, diese chronische Erkrankung zu heilen²³
25,40,43

3.1.1 Klinik

“[Multiple Sclerosis] is in fact an eminently polymorphic affection.”

(Jean Martin Charcot 1878; aus Goldman et al. 2006, S. 177)

Durch MS ausgelöste Schädigungen können jeden Bereich im ZNS betreffen. In Folge dessen leiden die Patienten an einer immensen Vielfalt von Symptomen⁴⁴. Eine erste Beschreibung der typischen klinischen Anzeichen der MS von der Betroffenen Lidwina von Schiedam tauchte im 14. Jahrhundert auf⁴⁵. 1866 beschrieb der französische Neurologe Jean Martin Charcot erstmals ausführlich die klassische Symptom-Trias, bestehend aus Intensionstremor, Nystagmus und skandierender Sprache.

Heute gehören zu den typischen, klinisch fassbaren Symptomen: Visusstörungen (zum Beispiel bei einer Optikusneuritis), motorische Schwächen und Spastiken, Sensibilitätsstörungen, zerebellare Störungen (Ataxie, Tremor, Koordinationsstörungen), kognitive Einschränkungen, Fatigue, Schmerzen (Neuralgie, Parästhesie, Muskelschmerz), Dysphagie, Dysarthrie, Schwindel, Blasen- und Mastdarmstörungen, sexuelle Dysfunktion und/oder psychiatrische Auffälligkeiten^{23,26,44,46}. Aus Sicht der PmMS sind es die Störungen des motorischen, kognitiven und vegetativen Systems, die den größten Einfluss auf das alltägliche Leben der Betroffenen haben.

Zwischen 60% und 80% der PmMS leiden an einer Hitzesensitivität, bei der eine Erhöhung der Körpertemperatur eine paroxysmale Verschlechterung der Krankheitssymptome hervorruft^{47,48}. Hierfür kann ein Temperaturanstieg von 0,5°C schon ausreichen. Erste Aufzeichnungen über die Hitzeempfindlichkeit von PmMS gab es bereits 1824. Der deutsche Augenarzt Wilhelm Uhthoff beschrieb 1890, dass bei einer Erhöhung der Temperatur deutliche Sehverschlechterungen und Sehstörungen bei PmMS auftreten

können^{48,49}. Die erhöhte Temperatur kann durch äußere Hitze, Infektionen, psychologischen Stress oder körperliche Betätigung entstehen und sorgt für eine verminderte Leitfähigkeit der Nervenbahnen. Ausgelöst wird die Erregungsblockade durch Änderungen der Ionenkanäle. Die Symptome dauern nur kurz an und sind reversibel⁴⁴. Das Ausmaß der symptomatischen Verschlechterung hängt von der Höhe der Temperatur und dem Grad der Demyelinisierung ab⁴⁷. Kühlung, zum Beispiel durch eine Kühlweste oder ein Eisbad, kann zu einer Verbesserung oder Ausbleiben der Symptomatik führen⁴⁸.

Das wandelbare klinische Erscheinungsbild ist eine große Herausforderung in der Versorgung von PmMS^{44,50}. Neurologische Dysfunktionen zu Beginn der Erkrankung sind in der Regel reversibel, mit der Zeit aber dominieren bleibende Veränderungen²³. In Kapitel 3.1.3 werden die für die Studie relevanten Symptome bezüglich der Outcome-Parameter unter dem therapeutischen Aspekt näher erläutert.

3.1.2 Diagnose und Klassifikation

Um eine gesicherte Diagnose der Erkrankung MS stellen zu können, wurden durch Revisionen der „Poser und McDonald-Kriterien“ die heutigen, standardisierten, internationalen Empfehlungen abgeleitet⁵¹⁻⁵³. Sie bestehen aus einer Kombination von klinischen und paraklinischen Merkmalen. In den aktuellen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie werden auf der Grundlage von Polman et al. (2011) folgende Diagnosekriterien empfohlen:

Die Diagnose der MS kann gestellt werden, wenn sich klinisch nachweisbare Auffälligkeiten nach einem ersten Krankheitsschub

- in mindestens einem Funktionssystem (wie zum Beispiel „Hirnstamm“ oder „Pyramidenbahn“, siehe Methodik EDSS) bzw.
- in der Untersuchung der visuell evozierten Potenziale zeigen und
- sich zusätzlich zwei oder mehr charakteristische Läsionen in der initialen Magnetresonanztomographie (MRT) finden.

Darüber hinaus wird das Kriterium der zeitlichen Dissemination von Entzündungsherden gefordert.

Die „Expanded Disability Status Scale“ (EDSS) und der „Multiple Sclerosis Functional Composite“ (MSFC), beides international anerkannte Skalen zur Quantifizierung des Behinderungsgrades und Dokumentation des Krankheitsverlaufs, werden auch zur Evaluation in klinischen Studien eingesetzt⁵⁴⁻⁵⁸. Die Erläuterung zu beiden Skalen findet sich in Kapitel 5.2.

Verlaufsformen

Lublin et al. definieren 1996 vier verschiedene Verlaufsformen der MS, die üblicherweise in der klinischen Klassifizierung verwendet werden^{24,40,52}. Etwa 10-15% der Patienten

leiden an einer *primär progredienten Verlaufsform (PPMS)* mit einer schleichenden, neurologischen Verschlechterung des Zustandes. Als eigenständige Form wird eine *PPMS aufgesetzt mit Schüben* differenziert. Für eine Diagnose der PPMS wird eine Krankheitsprogression von mehr als 12 Monaten gefordert, sowie das Erfüllen von zwei der folgenden drei Kriterien: Mindestens eine T2-Läsion periventrikulär, juxtakortikal oder infratentoriell, mindestens zwei spinale Herde oder der Nachweis oligoklonaler IgG-Banden im Liquor.

Äußert sich ein klinischer Schub ohne die MS-Diagnosekriterien zu erfüllen, spricht man von einem *klinisch isolierten Syndrom (KIS / CIS)*.

Bei über 80% der Patienten zeigt sich zu Beginn der Erkrankung ein *schubförmig remittierender Verlauf (relapsing remitting = RRMS)*, der im weiteren Verlauf der Erkrankung in eine chronische Form mit zunehmender klinischer Behinderung übergehen kann (*sekundär chronisch progrediente MS = SPMS*)⁴⁰. Das Risiko einer bleibenden Behinderung steigt bei der Verlaufsform der SPMS^{23,25,26}. Bei einer RRMS wechseln sich die Phasen der klinischen Verschlechterung mit den Phasen der Remission und Stabilität ab.

Die unterschiedlichen Verlaufsformen sind für die Prognose und Behandlungsstrategien von Bedeutung, auch wenn sie individuell differieren können. Bei einer RRMS stehen schubartige Entzündungsprozesse im Vordergrund, wohingegen bei progressiven Verlaufsformen ein Verlust von Axonen und neurodegenerative Prozesse eine größere Rolle im Krankheitsgeschehen spielen^{23,50}. Die mediane Zeit bei einer SPMS beträgt circa 10 Jahre von der Erstmanifestation zur Konversion, 15 Jahre bis zur Benötigung einer einseitigen Gehilfe und 24 Jahren bis zur obligaten Nutzung des Rollstuhls^{25,35,50}. Kinder mit MS erreichen die progressive Verlaufsform in der Regel später, aber trotzdem in einem jüngeren Alter als Erwachsene^{32,34}.

ICD-Klassifikation der Multiplen Sklerose

Eine Darstellung der Kodierung der Multiplen Sklerose nach der internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme ICD-10-GM zusammen mit der Verlaufsform erfolgt in Tabelle 1⁵⁹.

Tabelle 1 Kodierung der Multiplen Sklerose nach ICD-10-GM

Kapitel 6; Relapsierende remittierende Multiple Sklerose (RRMS), primär chronisch progrediente MS (PPMS), sekundär chronisch progrediente MS (SPMS)⁵⁹

Code	Demyelinisierende Erkrankung des zentralen Nervensystems	Zusammenfassung der Verlaufsform
G35.0	Erstmanifestation einer MS	
G35.1-	MS mit vorherrschend schubförmigem Verlauf	RRMS
G35.10	MS mit vorherrschend schubförmigem Verlauf: Ohne Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.11	MS mit vorherrschend schubförmigem Verlauf: Mit Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.2-	MS mit primär-chronischem Verlauf	PPMS
G35.20	MS mit primär-chronischem Verlauf: Ohne Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.21	MS mit primär-chronischem Verlauf: Mit Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.3-	MS mit sekundär-chronischem Verlauf	SPMS
G35.30	MS mit sekundär-chronischem Verlauf: Ohne Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.31	MS mit sekundär-chronischem Verlauf: Mit Angabe einer akuten Exazerbation oder Progression	
G35.9	MS, nicht näher bezeichnet	

3.1.3 Therapie

Die Komplexität der Erkrankung erfordert insgesamt ein breites Spektrum an immunologischen und symptomatischen Behandlungsmöglichkeiten²⁴. Die Medikation richtet sich nach den pathogenetischen Erkenntnissen sowie dem Stadium und der Verlaufsform der Erkrankung³.

Die zwei Säulen der Therapie bei MS bestehen aus:

- der immunmodulatorischen Therapie und
- der Symptombehandlung.

Eine besondere Berücksichtigung erfordern die individuellen Bedürfnisse des Patienten^{24,47,60}. Die Therapie kann in Akutbehandlung, frührehabitativer multimodaler Komplexbehandlung, ambulanter oder stationärer Rehabilitation oder in ambulanter Einzelbehandlung erfolgen^{61,62}. Ein Therapieerfolg zeigt sich bei dieser dynamischen Erkrankung durch eine *postulierte positive Veränderung*, aber auch durch einen *Erhalt des Status quo* oder sogar einer *geringfügiger als erwartet eingeschätzten Verschlechterung* aufgrund der unvorhersehbaren, individuellen Krankheitsentwicklung.

3.1.3.1 Immunmodulatorische Therapie

Die medikamentöse Behandlung der Immuntherapie von PmMS lässt sich in Schubtherapie, Basistherapie und Eskalationstherapie einteilen. Ein frühzeitiger Einsatz von Medikamenten besitzt nach aktueller Studienlage einen hohen Stellenwert, um eine Behinderungsprogression zu vermeiden^{3,63}. Tabelle 2 fasst die wichtigsten Medikamente

und ihre Wirkungen als Übersicht zusammen. Nach den aktuellen Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie wird folgendes empfohlen⁴⁰:

Etablierte *Schubtherapie* ist die intravenöse Gabe von Glukokortikosteroiden. Bei einer Symptompersistenz, trotz hochdosierten Glukokortikosteroiden, kann eine Plasmapherese oder Immunabsorption zum Einsatz kommen.

Um in der *Basistherapie* immunmodulierend auf den Krankheitsverlauf Einfluss zu nehmen, werden zunächst Interferon Beta 1a/b, Glatirameracetat, Dimethylfumarat oder Teriflunomid eingesetzt. Sie werden als gleichwertig angesehen und weisen ein gutes Nutzen-Risiko-Profil auf. Als Medikation zweiter Wahl kann Azathioprin verordnet werden. Interferone und Glukoproteine haben neben den antiviralen und antiproliferativen Effekten auch eine „dämpfende“ Wirkung auf das Immunsystem. Dadurch kann die Schubfrequenz und die Schubhäufigkeit bis zu 30-35% gesenkt und eine Reduktion der Schubintensität nachgewiesen werden^{3,64}. Der Einsatz rekombinanter Beta-Interferone oder synthetischer Oligopeptide bei einer PPMS ist nicht ausreichend mit Studienevidenz belegt⁴⁰. Hier findet meist nur eine symptomatische Therapie der Beschwerden statt, eine Schubtherapie ist möglich.

Wenn innerhalb von 12 Monaten mindestens ein Schub unter der Basistherapie auftritt oder der Patient einen aggressiven Verlauf ohne Basistherapie zeigt, wird von einer hochaktiven RRMS ausgegangen. Es erfolgt eine Umstellung in die *Eskalationstherapie*. Hier werden humanisierte, monoklonale Antikörper wie Natalizumab, Alemtuzumab als krankheitsmodifizierende Monotherapien verwendet. Als erstes orales Therapeutikum ist im Jahr 2011 Fingolimod bei RRMS zugelassen worden und wird für eine hochaktive RRMS empfohlen. Zur unselektiven Immunsuppression kann in der Eskalationstherapie abhängig vom Risikoprofil bei RRMS Azathioprin und bei PPMS oder SPMS Mitoxantron zur Anwendung kommen, oder bei SPMS Cyclophosphamid als Reservesubstanz⁶⁵.

Einige der Medikamente haben, neben der immunmodulierenden, auch eine neuroprotektive Wirkung⁴⁰.

Tabelle 2 Übersicht der wichtigsten Medikamente in der Immuntherapie bei Multipler Sklerose Akuter Schub (1), Basistherapie (2), Eskalationstherapie (3), schubförmig remittierende, primär und sekundär chronisch progrediente Multiple Sklerose (RRMS, PPMS, SPMS), klinisch isoliertes Syndrom (CIS), progressive multifokale Leukenzephalopathie (PML), Stand Februar 2014^{3,40}

Substanzen (Wirkstoff)	(Vermutete) Zielstruktur	Einnahme	Zulassung, Indikation	Rationale
Cortison-Stoßtherapie (1)	Immunzellen	Infusion, Injektion, orales Ausschleichen	Zugelassen, RRMS SPMS PPMS	-Behandlung der 1. Wahl bei Erstmanifestation und bei Schüben bis ca. 6 Wochen nach Symptombeginn -Unterbrechung akut entzündlicher Vorgänge über immunsuppressive Mechanismen
Plasmapherese (1)	Blutplasma	Blutentnahme, Trennen von Plasma & Blutzellen, Ersetzen des Plasmas	Zugelassen, RRMS SPMS	-,„Blutwäsche“ gegen Ablagerungen von löslichen Bestandteilen des Immunsystems -nur nach frustranen Steroidstößen
Interferon-β -1a: Avonex, Rebif -1b: Betaferon, Extavia (2)	Immunsystem	Injektion subkutan (Extavia, Rebif) / i.m. (Avonex)	Zugelassen, RRMS SPMS CIS	-Basistherapeutikum -Reduktion der Schubrate -Schließen der Blut-Hirn-Schranke -Hemmen von Entzündungsprozessen
Glatirameracetat: Copaxone (2)	Makrophagen, dendritische Zellen	Injektion subkutan	Zugelassen, CIS RRMS	-Basistherapeutikum -Reduktion der Schubhäufigkeit -Regulation von Entzündungsprozessen im Gehirn -Schützt Myelin -Regt Faktoren für Nervenwachstum an
Immunglobuline (2) (umstritten)	Immunsystem	Infusion	Off Label, RRMS	-Greifen modulierend ins Immunsystem ein, -Schwangerschaft
Teriflunomid: Aubagio (2)	Antiproliferativ gegen Immunzellen	Oral	Zugelassen seit Sommer 2013, RRMS	-Basistherapeutikum -Reduktion von Schubrate/MRT-Aktivität/ Krankheitsprogression
Dimethylfumarat: Tecfidera (2)	Anti-inflammatorisch neuroprotektiv	Oral	Markteinführung Februar 2014, RRMS	-Basistherapeutikum -Reduktion von Schubrate/MRT-Aktivität/ Krankheitsprogression
Azathioprin: Imurek (2)	Immunsystem	Oral	Zugelassen, RRMS	-Basistherapeutikum der 2. Wahl -Tendenz zur Reduktion der Schubrate -Stabilisierung des Krankheitsverlaufs -Unterdrückung der Immunabwehr durch Hemmung des Zellwachstums
Alemtuzumab: Lemtrada (3)	Antikörper (AK) gegen CD56 (Molekül auf nahezu allen Zellen des Immunsystem)	Infusion	Zugelassen seit Sommer 2013, hochaktive RRMS	-Eskalationstherapie -Immunablation mit konsekutiver Reorganisation und regulatorischem Effekt -Infusionszyklus nur etwa alle 2 Jahre
Fingolimod: Gilenya (3)	S1P-Rezeptor (Sphingosin-1-Phosphat)	Oral	seit 03/2011 in der EU für Erwachsene mit hochaktive RRMS	-Eskalationstherapie -Verhindert Auswanderung autoagressiver Lymphozyten aus den Lymphknoten ins ZNS -Verringerung der Schubrate -Verbesserung von Behinderungsprogression -Verminderung der MRT-Progression

Natalizumab: Tysabri (3)	Adhäsions- Moleküle	Infusion	Zugelassen, hochaktive RRMS -Achtung: PML	-Eskalationstherapie -Verzögerung der fortschreitenden Behinderungen -Verringerung der Schubhäufigkeit -Verhinderung der Überwindung der Blut-Hirn-Schranke durch auto-aggressive T-Zellen
Rituximab: MabThera (3)	B-Zellen	Infusion	Off Label- Therapie (Anwendung muss individuell beantragt werden) RRMS, SPMS -Achtung: PML	-Eskalationstherapie -B-Zell-Depletion -Verringerung der Schubhäufigkeit und entzündlichen MS-Läsionen -hochwirksam
Mitoxantron: Ralenova (3)	Proliferierende Zellen des Immunsystems	Infusion	Zugelassen, SPMS, hochaktive RRMS	-Eskalationstherapie -T- und B-Zell-Depletion, Induktion von Apoptose, Inhibition der T- und B- Zellaktivierung, verringerte AK- Bildung, Zytokin-Shift -Erhaltung der Gehfähigkeit -Schubreduktion
Cyclo- phosphamid: Endoxan (3)	Proliferierende Zellen des Immunsystems	Oral oder Infusion	Off Label für RRMS, Reservesubstanz bei hochaktiver MS	-T- und B-Zell-Depletion, Induktion von Apoptose, Inhibition der T- und B- Zellaktivierung, verringerte AK- Bildung, Zytokin-Shift

3.1.3.2 Symptomatische Behandlung und Rehabilitation

Bei der symptomatischen Behandlung kommt einem multimodalen Therapiekonzept, unterteilt in medikamentöse und nicht-medikamentöse Therapien, ein hoher Stellenwert zu. Alle Maßnahmen dienen dazu, die Lebensqualität von Personen mit MS zu verbessern^{66,67}. Das bedeutet eine große Herausforderung an das interdisziplinäre Team und eine enge Zusammenarbeit in der gesamtmedizinischen Versorgung^{50,68,69}. Bei den nicht-medikamentösen Therapien haben, neben der klassischen Physio-, Ergo-, allgemeinen Bewegungstherapie und Logopädie, auch die medizinische Versorgung der Sekundärsymptomatik durch eine neuropsychologische und soziale Rehabilitation, sowie die Sport- und Trainingstherapie einen hohen Stellenwert^{40,70-72}.

Folgende übergeordnete Rehabilitationsziele werden in der Behandlung von PmMS verfolgt⁷⁰:

- das Reduzieren oder Eliminieren von Symptomen,
- die Förderung von Selbstständigkeit und Mobilität,
- das Verbessern, Wiederherstellen oder Erhalten der Funktionsfähigkeit, um Einschränkungen durch die Behinderungen im täglichen Leben zu minimieren und die Lebensqualität zu erhöhen,
- die Sicherung der Unabhängigkeit, sowie der Teilhabe am sozialen Leben und am Arbeitsleben,

- das Vermeiden von Pflegemaßnahmen und möglichen Komplikationen bedingt durch die Erkrankung.

Das Konsensus-Papier der MSTKG (2004) empfiehlt eine umfassende Beratung und Durchführung stationärer oder ambulanter Rehabilitationsmaßnahmen. Die Empfehlungen basieren auf Studien mit einem Evidenzlevel von II bis IV, die eine Verbesserung der untersuchten Parameter wie Gang, Körperhaltung oder der Lebensqualität zeigen konnten. Gerade PmMS mit einer leichten oder mittelschweren funktionellen Beeinträchtigung sollten frühzeitig eine Rehabilitationsmaßnahme in Anspruch nehmen.

Sportliche Aktivität kann in der Therapie von PmMS einen wichtigen Beitrag leisten. Die Erkenntnisse dieser Arbeit beziehen sich auf das symptomatische Therapiemanagement durch Bewegung.

Sportliche Aktivität bei Personen mit Multipler Sklerose

*Der größte Feind des bewegungsbehinderten MS-Kranken ist die Inaktivität.
(Kesselring 1989, Frick 1989)*

Vor 100 Jahren war häufig Bettruhe die Therapie der Wahl bei Personen mit MS und noch vor 50 Jahren rieten die Ärzte PmMS überwiegend von sportlicher Aktivität ab^{22,45,73}. Erste positive Evidenzen für ein Bewegungstraining bei PmMS finden sich in einer Placebo-kontrollierten Doppelblind-Studie in den 60er Jahren⁷⁴. Der Paradigmenwechsel hin zum Sport ist, zumindest in der Forschung, vollzogen. Seitdem entwickelt sich eine breite Studienlage, auch wenn Untersuchungsdesigns und Trainingsempfehlungen oft heterogen sind und einige Studien ein niedriges Evidenzlevel haben^{8,22,50,75-78}.

Konkrete Aussagen scheinen aufgrund der Komplexität des Einflusses körperlicher Aktivität auf den menschlichen Organismus gerade bei chronischen Erkrankungen schwierig. Bezüglich einer evidenzbasierten Therapie sind die Angaben zu den Belastungsnormativen im Training für PmMS meist unklar. Die Ableitung spezifischer Trainingswirkungen und -empfehlungen erfolgt aus vorhandenen Studien ebenso, wie aus der Praxis⁷⁵. Eine gute Studienlage existiert vor allem im Bereich des Kraft- und Ausdauertrainings⁷⁹⁻⁸³. Empfehlungen aus Studien mit Gesunden erleichtert hier die Ableitung von Fragestellungen zur Trainingswirkung sportlicher Aktivität bei PmMS^{75,84,85}.

Der langgehegte Verdacht, durch Sport die Schubrate zu erhöhen oder eine Krankheitsprogression auszulösen, konnte bis jetzt wissenschaftlich nicht bestätigt werden^{85,86}. Eine Vielzahl an Studien dokumentieren hingegen den positiven Einfluss von Bewegung auf die Primär- und Sekundärsymptomatik von PmMS^{5,8,10,13,14,22,85,87-93}.

Neben dem Einsatz von klassischen Medikamenten wird auch ein möglicher, zusätzlicher Wert des immunmodulatorischen Einflusses von Sport auf PmMS diskutiert^{13,77,94-96}. White und Castellano (2008) konnten durch regelmäßiges Training die Anregung der Produktion von Neurotrophinen (Bsp. brain derived neurotrophic factor) nachweisen, die wiederum ein Stimulus in der Regeneration angegriffener Axone und Gliazellen sind⁹⁷. Im Tiermodell zeigten Waschbisch et al. (2009), dass körperliche Aktivität das Auftreten von Symptomen verzögern und die Schubdauer reduzieren konnte.

Personen mit Behinderungen weisen eine Prävalenz für Übergewicht auf. Diese ist bei Behinderung der unteren Extremität, wie bei PmMS, am größten⁹⁸. Studien haben gezeigt, dass 50% der PmMS einen BMI $\geq 25\text{kg/m}^2$ und weitere 25-30% einen BMI $\geq 30\text{kg/m}^2$ aufweisen⁹⁸. Übergewicht, Inaktivität und die spezifischen Medikation sind ein Risikofaktor für weitere chronische Erkrankungen wie Diabetes, Herzerkrankungen, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen, bestimmte Krebserkrankungen, Apoplex oder Arthrose/Arthritis^{99,100}. Dieses erhöhte Risiko konnte in Studien bei PmMS nachgewiesen werden. Durch die genannten Sekundärschäden kann eine noch größere Inaktivität hervorgerufen werden, die wiederum zu einer Verstärkung der Symptome führen kann („Inaktivitätsspirale“). Die Defizite durch Inaktivität sind im Gegensatz zu krankheitsbedingten Störungen reversibel²². Sportliche Aktivität ist ein sicheres und probates Mittel, um den Kreislauf aus Inaktivität und körperlicher Regression zu durchbrechen.

Lebensqualität

Die Lebensqualität (LQ) als ein übergeordnetes Konstrukt ist ein wichtiges und sensibles Zielkriterium bei der Evaluation von medizinischen und therapeutischen Maßnahmen. Der Begriff der „Lebensqualität“ hat sich in den 60er Jahren aus der sozialwissenschaftlichen Wohlfahrts- und Sozialindikatorenforschung entwickelt und untersuchte primär soziale und ökonomische Faktoren der LQ⁶⁶. Weiterführend wird heutzutage in der Forschung unter dem Begriff der LQ ein individuumsbezogenes Konzept verstanden, welches das subjektive Wohlbefinden und die Lebenszufriedenheit ergänzen.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Lebensqualität unter den Aspekten der individuellen Wahrnehmung der gesamten Lebenssituation und den eigenen kulturellen Besonderheiten¹⁰¹. Dabei wird die individuelle LQ durch die *körperliche Gesundheit*, den *Grad der Unabhängigkeit*, dem *psychologischen Zustand* und den *sozialen Beziehungen* bestimmt, aber auch durch *ökologische Umweltmerkmale* beeinflusst¹⁰². In den Bereichen Medizin und Gesundheitsforschung nimmt die *gesundheitsbezogene Lebensqualität* eine zentrale Rolle ein¹⁰³. Sie wird vor allem bei chronischen Erkrankungen und Behinderungen, wie der Erkrankung MS, nicht nur in der Bewertung der Auswahl geeigneter medizinischer Therapieverfahren, sondern auch als Evaluationskriterium in der

klinischen Forschung eingesetzt. Zu den Untersuchungskriterien der gesundheitsbezogenen LQ gehören das subjektive Bewerten der Betroffenen ihres Gesundheitszustandes, das Erleben ihrer sozialen Beziehungen und das Meistern der Herausforderungen des Alltags. In der Literatur wird die gesundheitsbezogene LQ als ein multidimensionales Konstrukt, veränderlich über die Zeit, definiert^{66,102,104,105}. Dieses Konstrukt beinhaltet, angelehnt an das Konzept von Schipper (1996), den subjektiv wahrgenommenen Gesundheitszustand, bzw. die erlebte Gesundheit mit den Komponenten körperliche, emotionale, mentale, soziale, spirituelle und verhaltensbezogene Gesundheit^{102,104}. Inhaltlich werden folgende vier Dimensionen erfasst:

- Physische Funktion
- Psychische Funktion
- Soziale Funktion
- Somatische Empfindungen

Die erste Dimension, die physische Funktion, spiegelt am deutlichsten den medizinisch diagnostizierten Behinderungsgrad wieder (ärztliche Outcome-Maße) und zeigt erkrankungsbedingte funktionale Einschränkungen. Bei PmMS handelt es sich hier zum Beispiel um motorische Symptome aus den Bereichen Koordination (Gleichgewicht, Feinmotorik), Kraft (Paresen, Spastik) und Ausdauer (Gehstrecke). In der zweiten Dimension werden die psychische Verfassung und Krankheitsbewältigung oder der Umgang mit der Angst und Depression erfasst¹⁰⁴. Die dritte Dimension (soziale Funktion) spiegelt die Ausgestaltung zwischenmenschlicher Beziehungen und sozialer Interaktionen wieder. Die vierte Dimension der somatischen Empfindungen spielt in Bezug auf Schmerzen, krankheitsbedingte körperliche Beschwerden oder unangenehme somatische Empfindungen auch bei PmMS eine große Rolle. Das umfassende Konstrukt der gesundheitsbezogenen LQ erscheint aufgrund der krankheitsbedingten Heterogenität der Beeinträchtigungen besonders geeignet in der Erfassung therapierrelevanter Merkmale bei PmMS.

Das Operationalisieren der gesundheitsbezogenen LQ über sogenannte Indikatoren ermöglicht indirekt neben dem intraindividuellen Vergleich der LQ auch eine Verallgemeinerung über die Person hinweg. Zu berücksichtigen ist, dass sich gerade bei Menschen mit chronischen Erkrankungen die eigene Wahrnehmung der LQ über die Krankheitsdauer verändern und neu definieren kann („*response shift*“)^{102,103,106}.

Neben vielen positiven Ergebnissen zur Beeinflussung der LQ durch sportliche Aktivität bei PmMS^{78,107-109}, existieren auch hier Studien, wie die von Romberg et al. (2005), die ein Krafttrainingsprogramm in einem Prä-Post-Design über sechs Monate untersuchten und keine Verbesserung in der gesundheitsbezogenen LQ fanden¹¹⁰.

Mehrere Studien an PmMS zeigen eine negative Korrelation von körperlicher Aktivität mit Veränderungen in der physischen und psychischen Funktionsfähigkeit und Lebensqualität^{67,111-113}. Es kann gefolgert werden, dass körperliche Aktivität einen erheblichen Langzeiteffekt auf die Einschränkung funktioneller Defizite und die Verbesserung der LQ haben kann. Nach Turner et al. (2009) nimmt die Förderung gezielter sportlicher Aktivität bei chronischen Erkrankungen wie der MS sogar eine Schlüsselstelle zur Verbesserung der psychischen Verfassung und Lebensqualität ein¹⁰⁷.

Für die Betroffenen besteht die Priorität darin, individuell die Symptome der MS zu meistern²³. In vielen Maßnahmen bei PmMS steht die Verbesserung der Lebensqualität im Vordergrund^{107,114-116}. Das multidimensionale Konstrukt der gesundheitsbezogenen Lebensqualität umfasst den Aspekt der Teilhabe am Leben in allen Facetten.

Kognition

Rund 50% der Personen mit MS erleiden kognitive Beeinträchtigungen, die sich nachteilig auf die Arbeitsfähigkeit, Lebensqualität, soziale Funktion und Teilhabe an der Gesellschaft auswirken^{71,117}. Über den Zusammenhang zwischen dem Grad der Erkrankung und der Ausprägung kognitiver Beeinträchtigungen herrscht in der Literatur ein eher unklares Bild⁷¹. Es existieren Studien, die eine höhere Wahrscheinlichkeit kognitiver Defizite bei schwerer betroffenen PmMS benennen, wohingegen andere Autoren kognitive Defizite als Hauptsymptom bei geringfügigen funktionellen Einschränkungen beschreiben^{71,118-120}. Chelune et al. (2004) stellten fest, dass PmMS mit einer SPMS ein siebenfach erhöhtes Risiko kognitiver Störungen aufweisen, gegenüber Patienten mit einer RRMS¹²¹. Die Datenlage, die mit Hilfe von MRI-Aufnahmen Zusammenhänge von kognitiver Leistungsfähigkeit, Veränderungen am Gehirn und eine genaue Lokalisation visualisieren, vergrößert sich, so dass zukünftig genauere Aussagen, auch zu den therapeutischen Möglichkeiten, erwartet werden dürfen^{119,122,123}.

Unter testpsychologischen Kriterien finden sich bei PmMS folgende Einschränkungen, die sich auch anhand der Veränderungen des Gehirns nachweisen lassen^{71,124,125}:

- Gedächtnisleistung (40-60%; Lernleistung, zeitlich verzögerte Merkfähigkeit, Wiedererkennungslleistung),
- Aufmerksamkeitsleistung (25%; selektiv und geteilt, Verarbeitungsgeschwindigkeit),
- Störungen der Exekutivfunktionen (15-20%; Handlungsplanung, Urteilsvermögen, Kritikfähigkeit).

Eine positive Wirkung von sportlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit, auch bei PmMS, wird aktuell diskutiert und Transferleistungen, vor allem aus der Grundlagenforschung an Tiermodellen, deuten einen Einfluss auf die Neuroplastizität des Gehirns an¹²⁶⁻¹²⁸. Erste Studien konnten hinsichtlich eines kognitiven Trainings eine

Steigerung der kognitiven Leistung in Bereichen wie dem Arbeitsgedächtnis zeigen oder durch Yoga eine Verbesserung der selektiven Aufmerksamkeit erzielen^{11,124}.

Motorische Symptome

Für die eigene Unabhängigkeit spielt die Mobilität im Alltag eine entscheidende Rolle. Läsionen in der Pyramidenbahn sorgen für unterschiedliche motorische Symptome. Eine der größten Herausforderung sind für viele PmMS Gang- und Gleichgewichtstörungen verbunden mit einer Sturzgefahr. Diese treten häufig schon zu Beginn der Erkrankung in Erscheinung^{87,129,130}. Durch die Aufrichtung als Zweibeiner und die damit verbundene Wirkung der Schwerkraft, hat der Mensch in fast allen Alltagssituationen Anforderungen an das Gleichgewicht zu bewältigen, so dass Koordinationsstörungen den Patienten spürbar beeinflussen. Neben Paresen, die oft initial und vermehrt an der unteren Extremität auftreten, kann eine Spastik die Gehfähigkeit erschweren und Stürze provozieren^{131,132}. Etwa 70-80% der PmMS zeigen beidseitige Pyramidenbahnzeichen. Gerade im frühen Krankheitsstadium (EDSS 0-3,5) werden diese offensichtlichen Auswirkungen als besonders behindernd wahrgenommen⁸⁷. Koordinationsstörungen in ihren vielfältigen Formen zeigen sich vor allem bei Schädigungen im Kleinhirn oder den dazugehörigen Bahnen. Eine Ataxie, deutlich wahrnehmbar im Gangbild, oder ein (Intentions-)Tremor, der die zielgerichteten Bewegungen der Hand erschwert, sind ebenso Zeichen einer zerebellaren Schädigung wie ein Nystagmus oder eine Dysarthrie¹³³.

Mit zunehmender Krankheitsprogression verschiebt sich die subjektive Wahrnehmung der körperlichen Beeinträchtigung. Ihre Bedeutung im Alltag verändert sich („response shift“) und wird im Krankheitsverlauf geringer (s. Lebensqualität).

Gehfähigkeit, posturale Kontrolle und Koordination

Der menschliche Gang ist ein komplexer Prozess von zyklischen Bewegungsabfolgen mit dem Ziel der Aufrechterhaltung einer kontinuierlichen Fortbewegung. Um diese Abfolge von Bewegungsmustern ökonomisch ausführen zu können, werden verschiedene Fähigkeiten benötigt.

Unter funktionellen Gesichtspunkten kann der menschliche Körper in Antriebseinheit (Lokomotor, 30% der Körpermasse) und Passagier-Einheit (70% der Körpermasse) eingeteilt werden¹³⁴. Das Gehen ist ein dynamischer Prozess mit der Interaktion von Lokomotor- und Passagier-Einheit. Der Körperschwerpunkt (KSP) liegt beim aufrechten Menschen in der Passagier-Einheit. Nur wenn sich der entstehende Hebel zwischen KSP und Becken im Gleichgewicht befindet, ist ein ökonomischer Gang möglich¹³⁴. Die Folge von Kontrakturen und muskulären Schwächen an Hüfte oder Knie, einer mangelnden Aufrichtung der Wirbelsäule oder einer einseitigen Belastung des Körpers, wie sie bei PmMS auftreten können, ziehen eine Veränderung der Ausrichtung der Passagier-Einheit nach sich. Es folgt ein erhöhter Bedarf an muskulärer Aktivität.

Grundlagen eines ökonomischen Gangbildes sind also eine optimale Ausrichtung des KSP, das koordinierte Zusammenspiel der Gelenke, sowie die selektive Muskelkontrolle in den einzelnen Gangphasen. Ein Gangzyklus definiert sich aus je einer aufeinanderfolgenden Standphase (60%) und Schwungphase (40%) eines Beines, das heißt aus zwei Einzelschritten¹³⁴. Weiterhin beeinflusst wird die Gehfähigkeit von der Signalsteuerung und -verarbeitung des ZNS, um die große Anzahl an beteiligten Muskeln zu kontrollieren, die sensorischen Informationen zu verarbeiten und den aufrechten Stand zu gewährleisten.

Die maximale Gehfähigkeit wird bei PmMS als Indikator für die Behandlung oder den Krankheitsverlauf herangezogen, wie auch in den Bewertungskriterien der EDSS¹³⁵. Eine Beurteilung des Gangbildes ist jedoch komplex und sollte immer ganzheitlich erfolgen.

Jaqueline Perry et al. (2010) erarbeiteten folgende Normwerte (mittlere Geschwindigkeit) für die gängigsten räumlich-zeitlichen Parameter der Ganganalyse bei gesunden Erwachsenen:

- Kadenz: Frauen = 117 Schritte/Min, Männer = 111 S/Min, Gesamt = 113 S/Min
- Geschwindigkeit: Frauen = 77 m/Min, Männer = 86 m/Min; Gesamt = 82 m/Min
- Doppelschrittlänge: Frauen = 1,28 m, Männer = 1,46 m, Gesamt = 1,41m

Ältere Probanden weisen neben einer geringeren Kadenz auch eine geringere Schrittlänge auf. Die Durchschnittswerte für die Spurbreite liegen bei 8 cm.

Seit den 90er Jahren wird die Variabilität der zuvor genannten Parameter als ein Indikator für eine Beurteilung des Gangbildes herangezogen^{134,135}. PmMS zeigen eine deutlich größere Variabilität in ihrem Gangbild und weisen ein höheres Sturzrisiko auf, als eine gesunde Normpopulation^{81,129,135-138}.

Nach *Pearson et al. (2004)* haben Muskelschwächen, Spastik, vestibuläre und visuelle Dysfunktionen, Verminderung der Propriozeption und der koordinativen Fähigkeiten, Schmerzen, kognitive Beeinträchtigungen und Stimmungsschwankungen Einfluss auf die Gehfähigkeit bei PmMS¹³⁵. *Pilutti et al. (2012)* zeigten in ihrer Studie, dass das Körpergewicht (Parameter: Body Mass Index) keinen Einfluss auf die Gehfähigkeit bei PmMS aufwies⁹⁸.

Prosperini et al. (2013) benennen in ihrem Review eine Vielzahl an Studien, die nachweisen, dass die posturale Kontrolle und Gleichgewichtsfähigkeit von PmMS gegenüber Gesunden signifikant reduziert ist¹³⁰. Es zeigten sich sowohl in der frontalen als auch sagittalen Ebene größere Schwankungswege. Mangelnde Integration visueller, vestibulärer und somatosensorischer Informationen auf zentraler Ebene scheinen ebenso eine Rolle zu spielen, wie die Zerstörung zerebellärer Verbindungen. Es gibt eine Korrelation zwischen der Gangvariabilität, der motorischen Kontrolle, der Sturzhäufigkeit sowie dem Energieverbrauch, wobei bei PmMS auch die Fatigue mit einbezogen werden muss.

Folgende Ursachen für eine veränderte Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit bei PmMS lassen sich aus der Literatur ableiten^{87,135,139}:

- Schwäche,
- Spastik (Pyramidenbahnläsion),
- verminderte Koordination,
- verminderte sensorische Information (Rückenmark und zerebellare Läsionen),
- vestibuläre oder visuelle Einschränkung,
- kognitive Dysfunktion,
- Anforderungen an die Aufmerksamkeit,
- Stimmungsschwankung,
- Schmerz,
- aktueller Krankheitszustand,
- Hilfsmittel,
- Fatigue.

Sportliche Aktivität oder ein Laufbandtraining (mit und ohne Gewichtsabnahme) bewirken positive Effekte auf die Ausdauerleistungsfähigkeit und das Gehverhalten bei PmMS (auch bei PPMS und bis zu einem EDSS 7,5)^{6,87,90,140,141}. Bei schwerer betroffenen PmMS bietet ein robotergestütztes Gehtraining (RAGT) eine sinnvolle Alternative. PmMS (EDSS 6-7,5) zeigten hier gegenüber einer konventionellen Gangschule signifikante Verbesserungen in der Geschwindigkeit, Ausdauer und Kraft der Knieextensoren¹⁴². Eine weitere Studie zum RAGT bestätigte ebenfalls eine signifikante Verbesserungen in den Gangparametern und eine generalisierte Funktionsverbesserung, die sich allerdings nicht über den Zeitraum von sechs Monaten halten ließ¹⁴³. Snook et al. (2009) konnten in ihrer Metaanalyse große Effekt bei einem supervidierten Trainingsprogramm und einem Trainingsprogramm von weniger als drei Monaten und einer gemischten Gruppe (RRMS und progressive Verlaufsform) auf die Mobilität / den Gang von PmMS feststellen¹⁴⁴.

Studien aus dem Bereich der Hippotherapie mit PmMS beruhen bisher meist auf Einzelfallbeispielen oder Fallserien. Die Hippotherapie konnte allerdings zu einer verbesserten Stabilität im Stand, einer größeren Rumpfkontrolle, sowie eine Reduktion der Spastik beitragen. Positive Effekte auf das Gleichgewicht und die Lebensqualität bei PmMS wurden demonstriert^{145,146}.

Kraft und Ausdauer

Kraftdefizite lassen sich bei PmMS in allen Bereiche finden, wobei die Auswirkungen besonders deutlich in der unteren Extremität zu spüren sind⁸².

Eine reduzierte Kraftfähigkeit kann folgende Ursachen haben^{7,75,79,82,92,147}:

- Inaktivität (s.o.),
- Neuronale Schädigung,

- Innervationsstörungen,
- Ataxie, Spastik, Lähmung,
- Verlangsamter Muskelspannungsaufbau (Explosivkraft),
- Verminderte oxidative Aktivität und schlechtere anaerobe Energieproduktion.

Die einzelnen Ursachen sind nicht immer voneinander abzugrenzen und können sich gegenseitig bedingen.

Dalgas et al. (2009, 2010) wiesen bei einem zwölfwöchigen progressiven Krafttraining eine signifikante Steigerung der funktionellen Kapazität und Kraft, induziert durch eine kompensatorische Zunahme der Querschnittsfläche der untersuchten Muskelfasern sowie TypII-Muskelfasern gegenüber der Kontrollgruppe nach^{92,148}. Die Effekte hielten über den Zeitraum von sechs Monaten an. Die Intensität des Krafttrainings wurde von den PmMS gut toleriert.

In einem achtwöchigen Krafttraining an konventionellen Krafttrainingsgeräten konnten sowohl de Souza-Teixeira et al. (2009) als auch White et al. (2004) einen signifikanten Kraftanstieg nachweisen^{7,82}. In der Studie von White et al. kam es zu einem Kraftanstieg der Beinstreckmuskulatur und Plantarflexoren, gemessen mit einem Dynamometer. Souza-Teixeira fanden eine signifikante Verbesserung der isometrischen Kraftfähigkeit, sowie der Maximalkraft und Kraftausdauer. Sie konnten eine Hypertrophie der Muskelmasse nachweisen. In der Studie von Hayes et al. (2011) führte ein Krafttraining mit hoher Intensität zu einer Verbesserung der Kraftleistung⁸³. In einer Vergleichsstudie zum Krafttraining mit drei unterschiedlichen Intensitätsprofilen verbesserten sich alle drei Gruppen in den untersuchten Parametern¹⁴⁹. Es fiel aber ein erhöhter Drop-Out der PmMS bei dem intensiveren Krafttraining auf, welches jedoch den größten Effekt im Kraftzuwachs durch das Training erzielte.

Ein Review von Rietberg et al. (2011) konnte anhand von neun Studien demonstrieren, dass sportliches Training in der Rehabilitation („exercise based“) die Muskelkraft, die Leistungsfähigkeit und die Mobilität verbessern konnte. Es gab keinen Nachweis für ein besseres Management der Fatigue, jedoch moderate Evidenzen für die Verbesserung der Stimmungslage⁸⁵.

Neue Konzepte im Bereich internetgestützter Interventionen rücken vermehrt in den Fokus der Therapie. Studien bei PmMS wiesen auch hier eine signifikante Verbesserung verschiedener Parameter, unter anderem der Kraftfähigkeit in der Beinstreckmuskulatur, nach¹⁵⁰⁻¹⁵². Ein zentrales Problem internetgestützter Trainingsverfahren bleibt allerdings die sinkende Nutzungshäufigkeit über die Zeit¹⁵⁰. Eine Intervention mit persönlicher Betreuung, wie zum Beispiel durch einen intensiveren Kontakt mit dem Trainer oder einer ergänzenden, individuellen Betreuung per Telefon, können helfen, die inneren Barrieren zu überwinden und erhöhen die Compliance und Nachhaltigkeit sportlicher Aktivität⁴.

Auch im Ausdauerbereich lassen sich positive Effekte durch sportliche Aktivität nachweisen^{5,6,108,153}. Es scheint jedoch, dass ein Krafttraining von hitzesensiblen PmMS eher toleriert wird, als ein Ausdauertraining¹⁵⁴.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein gezieltes, sportliches Training Symptome von Personen mit MS wie Koordinations-, Gang- und Gleichgewichtsstörungen positiv zu beeinflussen scheint.

Psychosoziale Funktionseinschränkungen

Im Zusammenhang mit der MS zeigen sich häufig neuropsychologische Veränderungen und psychiatrische Störungen^{50,72,109,155}. Die Ätiologie dieser Störungen bei PmMS ist nicht immer klar zu definieren. Eine Depression kann neben einer hirnrnorganischen Störung auch als eine Reaktion auf die Krankheitsdiagnose erscheinen. Eine Quantifizierung im Defizitprofil wird also durch eine psychische Komorbidität erschwert⁷¹. PmMS können aufgrund der Erkrankung Störungen dieser Art gravierender empfinden, als eine körperliche Beeinträchtigung⁷¹. Dazu gehören eine depressive Grundstimmung, Schuldgefühle, das Gefühl der Wertlosigkeit, Hilflosigkeit, sowie im ausgeprägten Maße Frustration und Hoffnungslosigkeit. Auch weisen depressive PmMS eine geringere Lebensqualität auf^{109,156}. Aus körperlicher Sicht lassen sich bei depressiven Personen Schlafstörungen, Appetitlosigkeit oder eine psychomotorische Retardierung beobachten¹⁵⁷.

Regelmäßige sportliche Aktivität bewirkt Effekte auf unterschiedliche körpereigene Systeme^{10,13,158-160}. Knöchel et al. (2012) diskutieren in ihrem Review ausführlich den positiven Einfluss sportliche Aktivität auf biologische und psychologische Prozesse bei psychischen Störungen, die zusammengefasst in Abbildung 1 dargestellt werden¹⁵⁸. Eine Übertragung der Wirkung sportlicher Aktivität auf die psychischen Veränderungen bei PmMS wird angenommen. Das zeigen Studien, die eine verbesserte Stimmung, reduzierte Fatigue und Depression, positive Einstellung und erhöhte Beteiligung an sozialen Aktivitäten nachweisen konnten^{89,113,153}. Dagegen existieren aber auch Untersuchungen, die keinen positiven Effekt von sportlicher Aktivität auf die Stimmung von PmMS demonstrieren konnten^{12,118}. In einem Review fassen Feinstein et al. (2013) die aktuelle Datenlage zusammen, in der nur 11 randomisiert kontrollierte Studien dem dort festgelegten wissenschaftlichen Anspruch genügten. Sie kommen ebenfalls zu keinem einheitlichen Ergebnis¹⁰⁹.

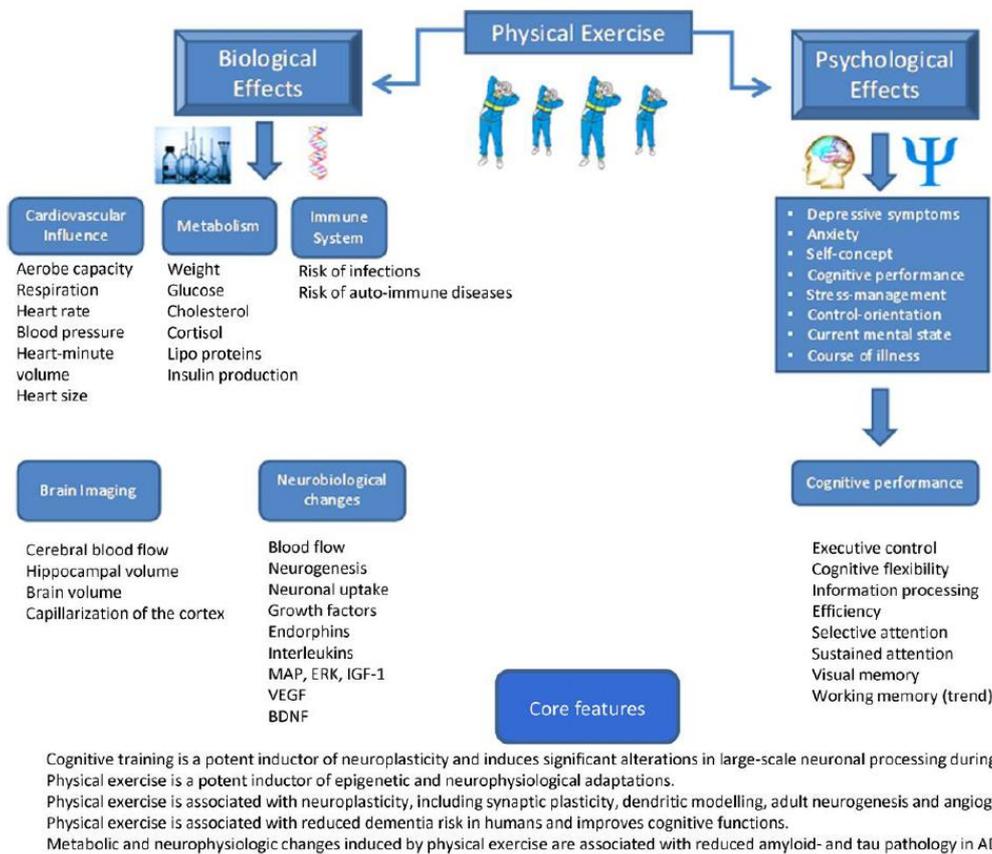


Abbildung 1 Bewegung als Auslöser für biologische und psychologische Prozesse

Aus¹⁵⁸

Fatigue

Die allgemeine Studienlage zur Prävalenz von Fatigue („Erschöpfung“) bei PmMS erscheint uneinheitlich, die Spanne reicht von 30% bis 90% betroffenen Patienten¹⁶¹⁻¹⁶³. Die Fatigue, mittlerweile anerkannt als ein Hauptsymptom, scheint, neben einer reduzierten Lebensqualität und einer zeitlich beschränkten oder chronischen Behinderung im Arbeits- oder Privatleben, auch für eine größere Inaktivität der PmMS verantwortlich zu sein^{88,164}.

Shapiro unterschied auf dem Weltkongress für MS in Belin (2013) zunächst fünf verschiedene Formen der Fatigue:

- [Normale Fatigue],
- [Fatigue aufgrund des Trainingszustandes],
- Neuromuskuläre Fatigue (Short-Circuiting-Fatigue) ,
- Depressive Fatigue,
- MS-spezifische Fatigue (Erschöpfung / Abgeschlagenheit / Mattigkeit).

Während eine primäre Fatigue, hier mit [] gekennzeichnet, Gesunden wie Kranken bekannt ist, zeigen PmMS weitere Formen. Neben mangelnder Energie und Kraftlosigkeit, sowie einem zunehmenden Schwächegefühl, werden körperliche oder geistige Erschöpfung oder ein reduziertes Aktivitätslevel aus Sicht der PmMS dargestellt. Diese

Empfindungen bedienen Beschreibungen, die auch eng in Verbindung mit anderen psychischen Erkrankungen (Bsp. Depression) gebracht werden können. Je nach Person, Tageszeit und anstehender Aufgabe wird der Einfluss auf den Alltag unterschiedlich stark empfunden¹⁶¹. Eine Differenzierung der Fatigue fällt PmMS besonders schwer. Das trägt auch zu der heterogenen Studienlage bezüglich der Wirkung sportlicher Aktivität auf die Fatigue bei^{11,79,81,85}.

MS-spezifisch wird in der Literatur häufig in die beiden Formen der körperlichen und kognitiven Fatigue differenziert. Das spiegelt sich auch in den Einteilungen der Messinstrumente wieder und verdeutlicht eine Abgrenzung gegenüber einer normalen Ermüdung^{161,165}.

Die Fatigue kann sich bei PmMS durch eine Verschlechterung der Symptomatik, ausgelöst durch Wärme, Schlafmangel, Fehlernährung, Infektionen, Depression, Nebenwirkungen von Medikamenten, körperliche Belastung (vgl. Uthoff-Phänomen) oder mangelnde körperliche Aktivität zeigen¹⁶³. Ursächlich werden hormonelle, endokrine oder axonale Veränderungen angenommen.

Es existieren Studien, die einen positiven Einfluss von Bewegung auf Fatigue zeigen konnten^{10,11,79,81}. Gerade die neuromuskuläre Fatigue scheint sich durch Bewegung (Bsp. progressives Krafttraining) reduzieren zu lassen⁸¹. Nach einem achtwöchigen Krafttraining konnten White et al. (2004) signifikante Verbesserungen der Fatigue nachweisen⁷.

In ihrem aktuellen Review kamen Pilutti et al. (2013) nach Auswertung von 17 randomisiert kontrollierten Studien zu dem Ergebnis, dass körperliche Aktivität bei PmMS zu einer leichten Reduktion der Fatigue führen kann⁹¹.

Selbstwert und Selbstwirksamkeit

Die Einschätzung der eigenen körperlichen Fähigkeiten ist bei PmMS geringer als sie aufgrund ihrer Symptomatik sein müsste. Das kann dazu führen, dass PmMS einen niedrigeren Selbstwert aufweisen^{166,167}. Die Sportpsychologie verwendet als empirisch unterlegtes Modell häufig das hierarchische Konstrukt des Selbstkonzept (in Anlehnung an Shavelson, 1976), welches sich in der ersten Ebene in das „akademische Selbstkonzept“ und das „soziale, emotionale und physische Selbstkonzept“ (nicht-akademische Selbstkonzept) unterteilt (¹⁶⁸ S. 13). Unter dem physischen Selbstkonzept finden sich die Dimensionen der „sportlichen Kompetenz“ und der „körperlichen Erscheinung“, beide können bei PmMS beeinträchtigt sein. Nach dem hierarchischen Selbstkonzept befindet sich der globale Selbstwert einer Person auf der übergeordneten Ebene des allgemeinen Selbstkonzepts¹⁶⁸. Funktionelle Beeinträchtigung durch die Erkrankung können also für Veränderungen im Selbstkonzept und somit dem Selbstwert sorgen. Der Stellenwert der funktionellen Beeinträchtigung und die Auswirkung auf das Selbstkonzept variieren und hängen von der Bedeutung für die jeweilige Person ab (Teilhabe am Leben und

favorisierten Aktivitäten). Aus der genannten Literatur geht hervor, dass das physische Selbstkonzept durch Bewegung und Sport beeinflusst werden kann.

Das Gefühl des Selbstwertes hängt eng mit dem Konstrukt der Selbstwirksamkeit zusammen¹⁶⁹. Als zentraler Bestandteil der sozial-kognitiven Lerntheorie von Bandura (1997) beeinflusst das Konstrukt der Selbstwirksamkeit die Faktoren, die an Entstehungs- und Regulationsprozessen des Verhaltens beteiligt sind. Nach der Definition von Jerusalem (2005, S. 438) umfasst die Selbstwirksamkeit „*die subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungen aufgrund eigener Kompetenzen bewältigen zu können*“. Dabei wird an neue oder schwierige Situationen aus allen Lebensbereichen gedacht, sowie an Barrieren, die es zu überwinden gilt. Selbstwirksamkeit bedeutet demnach, dass Menschen ihre Erfolgs- und Misserfolgserfahrungen sich selbst zuschreiben und danach generalisieren können.

Verhaltensweisen bezüglich der Gesundheit stehen in enger Verbindung mit dem Konstrukt der Selbstwirksamkeit. Eine positive Selbstwirksamkeitserwartung kann sich also auf das regelmäßige Sporttreibens als Gesundheitsverhalten auswirken. Riazi et al. (2004) konnten die Selbstwirksamkeitserwartung bei PmMS als Prädiktor für eine Verbesserung des Gesundheitsstatus herausarbeiten. Sie raten zu einer aktiven Einflussnahme auf den Selbstwert in der Therapie und Rehabilitation von PmMS.

Sportliche Aktivität sollte ein essenzieller und dauerhafter Bestandteil im Leben von Personen mit MS sein⁴. Zu den Symptomen bei PmMS gehörten neben Gleichgewichtsstörungen, Koordinationsverlust und Gangunsicherheiten, verbunden mit einer erhöhten Sturzgefahr, auch Bewegungseinschränkungen und Kraftverlust aufgrund mangelnder Aktivität^{13,22,87}. Inaktivität beeinflusst die starken körperlichen Beeinträchtigungen/Behinderungen, die im Krankheitsverlauf bei PmMS entstehen. Obwohl sportliche Aktivität sekundäre Komplikationen des Krankheitsverlaufes von PmMS reduzieren kann, belegt eine Metaanalyse von Motl (2005), dass PmMS weniger körperlich aktiv sind als Gesunde⁸⁸. Die aktuelle Forschungslage bescheinigt sportlichen Aktivitäten wie Gymnastik, Kraft- und Ausdauersport eine gute Wirkung. Hier existiert, wie zuvor beschrieben, eine hinreichende Datenlage. Hingegen erscheinen viele attraktive Sportarten, wie Skifahren oder Klettern zunächst ungeeignet für Personen mit MS. Klettern eröffnet jedoch ungeahnte Möglichkeiten in der Therapie mit PmMS.

3.2 Therapeutisches Klettern

3.2.1 Entwicklung und Begriffsbestimmung

In den letzten 40 Jahren entwickelte sich das Klettern von einem extremen Risikosport zu einem Freizeit- und Leistungssport mit der Anwartschaft als olympische Sportart. Das „Potenzial des Kletterns“ lässt sich auf verschiedene Weise nutzen^{20,170 2,171-173}. Aus sportlicher Sicht umfasst der Begriff Klettern zahlreiche Varianten wie Sportklettern, klassisches Alpinklettern, alpines Sportklettern, Free-Solo-Klettern, Eisklettern, Wettkampfklettern und Bouldern^{174,175}.

Das *Sportklettern*, englisch *Freeclimbing*, entstand in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts aus dem alpinen Bergsteigen bzw. klassischen Alpinklettern heraus¹⁷. In seiner Urform sinnstiftend und als „alleiniger Lebensinhalt“ gepflegt, wird es heute als Trendsport aufgrund der verbesserten Bedingungen und industriellen Vermarktung auch als zusätzliche Freizeitaktivität betrieben¹⁷⁶. Klettern ist eine grundlegende Art sich fortzubewegen. Hindernisse sollen überwunden und Ziele erreicht werden. Der Kletterer nutzt die in der Wand vorhandenen Haltepunkte als Griffe und Tritte ohne zusätzliche künstliche Fixpunkte oder Hilfsmittel¹⁷⁴. Die Sicherheit am Felsen oder der künstlichen Kletterwand wird mit Seil und Haken durch einen Partner gewährleistet. Winter (2000) definiert das Sportklettern zusammengefasst folgendermaßen: Klettern ist ein azyklisches Fortbewegen im Gelände unter Zuhilfenahme der Arme und Beine zum Erhalt des Gleichgewichts. Das kann entweder spreizend, steigend, stützend, ziehend, greifend oder stemmend erfolgen. Das Ziel ist das Durchsteigen einer Kletterroute bis zu einem Endpunkt ohne Rast oder Belastung der Sicherungskette¹⁶. Die Fortbewegung in der Senkrechten wird durch die eigene Muskelkraft erzeugt, indem das Körpergewicht gegen die Schwerkraft nach oben bewegt oder in Ruhephasen durch Haltearbeit an der Wand stabilisiert wird^{177,178}.

Die Regeln und die Ausführung vom Sportklettern und dem *alpinen Sportklettern* sind grundsätzlich identisch. Trotz Seilsicherung ist das Klettern ein Risikosport und „*lebt auch davon*“ (mündliches Zitat des Bergführers Jan Mersch). Minimieren lassen sich die Gefahren durch Verantwortung, Wissen, Vertrauen, vorausschauende Planung, Aufmerksamkeit und eine gute Vorbereitung¹⁶. Die Umgebungsbedingungen und das eigene Können und Wissen sind verantwortlich für die Art und Schwere der psychischen und physischen Anforderungen, sowie die Gesamtheit möglicher Risiken und Gefahren¹⁷. *Free Solo* und *Freeclimbing* werden häufig verwechselt, *Free Solo* ist deutlich risikoreicher. Die Route wird dabei alleine und ohne Benutzung von Haken und Seilsicherung geklettert, meist von Extremsportlern. Die Ausübung erfordert das bewusste Handeln eines Kletterers mit viel Erfahrung und Mut¹⁷⁴. *Bouldern* bedeutet meist horizontales Klettern ohne Seilsicherung an Felsblöcken oder Kunstwänden. In die

Vertikale wird maximal bis auf eine Absprunghöhe von drei Metern Grifffhöhe geklettert. Matten oder Crashpads dienen als schützende Unterlage. Bouldern und Sportklettern können auch als Wettkampfsport durchgeführt werden¹⁶. Der Wettkampfsport besitzt, wie das Free Solo und Eisklettern, keine Therapierelevanz. Die Begriffe und ihre Therapierelevanz fasst Tabelle 3 zusammen. Detailliertere Erläuterungen zum Seilklettern und Bouldern erfolgen in Kapitel 4.2.

*Tabelle 3 Begriffsbestimmung einiger Klettervarianten mit Einordnung der Therapierelevanz
Angelehnt an¹⁷⁴*

Bezeichnung	Unterschied	Therapierelevanz
Sportklettern (Freeclimbing)	Klettern einer Seillänge mit Seilsicherung, meist an künstlichen Kletterwänden oder in Klettergärten	Hoch
Alpines Sportklettern	Klettern mehrerer Seillängen mit Seilsicherung im Gebirge	Bedingt
Free Solo	Klettern ohne Sicherungsmittel	Keine
Bouldern	Klettern in Absprunghöhe ohne Seilsicherung, meist an Felsblöcken, Wandanstiegen oder Quergängen	Hoch
Sonderformen: Wettkampfklettern/- bouldern	Leistungssportcharakter	Keine

Ein gemeinsames und für die Therapie relevantes Phänomen liegt allen Klettervarianten zugrunde: „*Sie ermöglichen dem Kletternden in jedem Alter das Herstellen und Genießen von Lebensqualität durch Bewegung.*“ (¹⁷⁶ S. 10).

Historie Therapeutisches Klettern:

Mit Einzug des Sportkletterns in den Bereich der etablierten Sportarten in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelten sich auch die ersten dokumentierten Interventionen im therapeutischen Klettern (dessen gängige Abkürzung TK im Folgetext verwendet wird)^{1,20,172,179}. Die Idee, die positiven Auswirkungen des Kletterns auf Körper, Geist und Seele zu nutzen, hat Menschen aus verschiedenen Berufsbildern veranlasst, Konzepte im TK zu entwickeln (Kapitel 3.2.2)^{20,170,179-185}. Eine einheitliche Dokumentation der Anfänge im TK existiert jedoch nicht²⁰. Ein erster Artikel von Bienja mit therapeutischem Ansatz („*Rock climbing as a factor in therapeutic rehabilitation*“) findet sich im Jahr 1962 auf Polnisch und stammt aus dem Bereich der Orthopädie und Chirurgie.

Das „*Klettern mit Seilsicherung*“ wurde erstmals verstärkt in den 80er Jahren in der Therapie von Strafgefangenen, Menschen mit Suchterkrankungen oder geistiger Behinderung eingesetzt. Sozialarbeiter, Therapeuten, Erzieher, Lehrer, Betreuer, Krankenpfleger, Seelsorger – Menschen aus den verschiedenen Berufsgruppen setzten das Klettern als erlebnispädagogische Maßnahme oder TK in unterschiedlichen Settings, wie in der Halle oder am Felsen, ein. Aus dieser Zeit existieren vermehrt Erfahrungsberichte oder Buchbeiträge^{17,20,170,172,179-181}. Die hohe Verantwortung des Einzelnen beim Klettern, sowie der Umgang miteinander sollten Auswirkungen auf das soziale Verhalten und eine

Steigerung des Selbstwertes durch das Erleben und Bewältigen einer kontrollierbaren „Angstsituation“ erzielen^{179,185}.

Die ersten therapeutischen Konzepte im *Bouldern* entwickelten einzelne Therapeuten in Deutschland in den 90er Jahren. Sie verbanden auf experimentelle Art und Weise die Sportart Klettern mit dem Wissen aus der Sport- und Physiotherapie^{20,181}. Dirk Scharler, Physiotherapeut und Sportlehrer, stellte 1992 erstmals ein Kletterkonzept zur Behandlung von Kindern mit Skoliosen vor^{171,186}. Hajo Friederich, Physiotherapeut und Bergführer, arbeitet nach eigenen Angaben seit Mitte der 90er Jahre in Einzel- und Gruppentherapie mit dem TK. Sein Schwerpunkt liegt ebenfalls in der Orthopädie und Pädiatrie. Scharler und Friederich nutzen im TK überwiegend Techniken aus dem Bouldern. Als Bergführer setzt Friederich auch das Klettern am Felsen ein.

Die Erfahrungsberichte sowie ersten Therapie- und Weiterbildungskonzepte dokumentieren, dass einzelne Personen immer wieder ihre therapeutische Arbeit mit Bewegungselementen aus dem Klettern verbanden. Eine erste Studie im TK mit Seilsicherung publizierten Heitkamp et al. 1999 (Kapitel 3.2.2).

Leicht zu installierende Therapiewände in Raumhöhe, Therapie-Boulder (Bsp. Boulder 2008®) und die durch den Kletterboom gestiegene Anzahl an Kletterhallen, ermöglichen einen zielgerichteten und regelmäßigen Einsatz im Therapiealltag. Ende der 90er Jahre wurden auch erste praxisabgeleitete Ansätze des TK im Bouldern in die Neurorehabilitation übertragen^{1,20,187 183}.

Definition Therapeutisches Klettern

Eine einheitliche Definition des Therapeutischen Kletterns gibt es nicht. Wallner (2010) setzt TK sehr stark mit „psychologischem Klettern“ gleich, wohingegen Lazik (2007) das TK umfassender beschreibt und speziell die Anwendung in der medizinischen Trainingstherapie und neurologischen Rehabilitation hervorhebt^{20,188}. Nach Schnitzler (2009) wird das TK sehr konkret auf den Bereich des Boulderns beschränkt¹⁷². Er beschreibt, dass das Klettern in der Therapie an einer Boulderwand und in Begleitung eines geschulten Therapeuten stattfindet. Auch Scharler (2004) und die Potsdamer Forschergruppe um Lazik verzichten in ihren Therapiekonzepten überwiegend auf die Klettertherapie mit Seilsicherung^{20,171}. Buechter und Fechtelpeter (2011) trennen in ihrer systematischen Übersichtsarbeit „Therapeutisches Klettern“ (Bouldern) von „Sportklettern“ (Kunstwand, mit Seilsicherung)². Stellenweise wird in der Literatur eine Begriffsdefinition sogar ganz vernachlässigt^{187,189}. Lukowski kritisiert entsprechend, dass der Begriff des TK im Bereich der psychologischen Intervention zwar Einzug hält, aber „zunehmend inflationär verwendet“ wird (¹⁸⁵, S.19). Bei Recherchen finden sich nur wenig fundierte Informationen zum TK. Auch im Internet wird keine Definition gegeben und das

TK beschränkt sich hier meist auf die Bereiche der Orthopädie, Psychotherapie, Neurologie und Geriatrie.

Das therapeutische Klettern wird seit längerer Zeit vielfältig genutzt, dennoch steht es in der Sport- und Bewegungstherapie noch am Anfang^{1,2,20,190}. Eine klare Definition, sowie evidenzbasierte Konzepte fehlen weitestgehend. In dieser Arbeit wird in dem Konzept im TK die gesamte Bandbreite des Sportkletterns genutzt und sowohl mit, als auch ohne Seilsicherung gearbeitet.

Um sich der Wirkung des TK bewusst zu werden, müssen Grundbegriffe der Technik bekannt sein. Die für dieses Programm relevanten Grundtechniken werden zusammen mit dem Aufbau und Inhalten des neu entstandenen Programms in Anhang A3 ausführlich beschrieben.

3.2.2 Wirkdimensionen des Kletterns

„Die [Kletter-]Wand ist ein Spiegel für den Alltag.“

(Gerald Dönne aus Braun 1999, S. 170)

Das Hauptziel im therapeutischen Klettern ist der Transfer einzelner Elemente des Kletterns oder der Gesamtbewegung in die Bewegungstherapie unter Berücksichtigung der Therapievorgaben der jeweiligen Indikation¹⁸².

Das Klettern wird als eine „motorische Urform der Bewegungen des Menschen“ angesehen. Kleinkinder lernen früh zu halten, ziehen, greifen, stützen, stemmen und treten. Die motorische Entwicklung des Menschen beinhaltet Teilelemente der Kletterbewegung^{1,176}. Unterschieden werden die elementaren Grundformen wie Greifen, Sitzen, Krabbeln, Stehen und Laufen von den sportmotorischen Grundfertigkeiten wie Rennen, Springen, Balancieren, Werfen, Fangen sowie *Klettern und Steigen*¹⁷. Das Bewegungsprogramm entsteht zuerst in Form des Krabbelns in horizontaler Ebene. Mit der Aufrichtung überträgt sich die Bewegung in die Vertikale^{1,171}. Etwa ab dem ersten Lebensjahr lernen Kinder das Aufwärtsklettern in Höhen bis zu 30 cm, ab dem zweiten Lebensjahr übersteigen sie bis zu hüfthohe Hindernisse¹⁹¹. Eine deutliche Weiterentwicklung und Sicherheit im Auf- und Abklettern demonstrieren Fünf- bis Sechsjährige. Mauern, Bäume und Klettergerüste haben einen hohen Aufforderungscharakter und Vorschulkinder erproben ihr wachsendes Selbstvertrauen¹⁷⁴. Auch das Spielen mit dem Körperschwerpunkt zum Herstellen und Erhalten des Gleichgewichts ist eng mit der Kletterbewegung verknüpft. Im Lehrplan der bayerischen Grundschulen ist konsequenterweise die motorische Fertigkeit Klettern neben Stützen,

Balancieren, Hangeln, Schaukeln und Schwingen als Bewegungsgrundform verankert (¹⁹² Sporterziehung ab S. 115).

In seiner Endhandlung ist das Klettern eine offene Bewegungsfertigkeit, die vielfältige und individuelle Lösungsmöglichkeiten für ein und dieselbe Kletterstelle zulässt¹⁷. Idealtypische Bewegungsmuster existieren nicht. Es bedarf höchster Konzentration auf den Moment der Bewegung. Unzählige Einzelvariationen werden im Klettern zu einer fließenden Gesamtbewegung verbunden. Bewegungsökonomie und -präzision stehen dabei an erster Stelle, um das gesetzte Ziel zu erreichen¹⁹³. Diese Kombination macht das Klettern so bedeutsam für die Bewegungstherapie.

Therapierelevanten Faktoren im Klettern

Aus der aktuellen Kletterliteratur lassen sich unterschiedliche Erklärungsansätze für den Nutzen des Kletterns in der Therapie zusammentragen. Gemäß der „International Classification of Functioning, Disability and Health“ (ICF, Kapitel 4.1). ist das Ziel eines jeden Therapieprozesses die Wiederherstellung oder der Erhalt der Funktionsfähigkeit sowie eine Schulung des optimalen Umganges mit der gestörten Funktion im Alltag für die Teilhabe am Leben.

Das TK bietet biomechanische Ansätze im Hinblick auf die Belastung und Beanspruchung des gesamten Bewegungsapparates, neurophysiologische Ansätze zur Rekonditionierung neuromuskulärer Störungen bei traumatischen bzw. chronischen Beschwerden, psychologische Ansätze zur Beeinflussung emotionaler Störungen, Selbstwertproblematiken und Angstzuständen, soziale Ansätze im gemeinsamen Erleben und Vertrauen des Partners, sowie pädagogische Ansätze, die überwiegend in der Arbeit mit Kindern oder der Erlebnispädagogik genutzt werden^{1,17,18,171,173,180,185,194-196}.

Integration des therapeutischen Kletterns in das biopsychosoziale Modell

Abbildung 2 vereinfacht die verschiedenen Wirkdimensionen des TK in den drei übergeordneten Ebenen: Motorische, psychische und soziale Ebene. Als Basis dieser ganzheitlichen Einordnung dient die gängige Einteilung aus der Sporttherapie bzw. die aktuelle Sichtweise im Gesundheitswesen, das biopsychosoziale Modell^{15,197,198}.

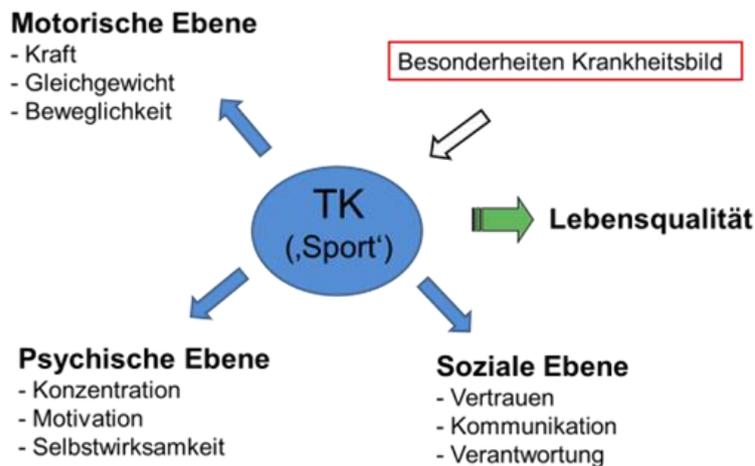


Abbildung 2 Übertragung der drei Wirkdimensionen aus dem Klettern in die Therapie Biopsychosoziales Modell anhand der motorischen, psychischen und sozialen Ebene mit jeweils drei Beispielen; Therapeutisches Klettern (TK) (eigene Abbildung modifiziert aus¹⁸²)

Wird in der Therapie verstärkt einer der Wirkungsbereiche herausgearbeitet, bleiben die anderen Bereiche untergeordnet präsent oder bedingen sich gegenseitig^{179,181,198}. So führt eine Verbesserung der körperlichen Komponente Kraft zusätzlich auch zu einer Stärkung des Selbstbewusstseins¹⁸. Die Lebensqualität wird hier als übergeordneter Faktor betrachtet (Kapitel 3.1.3). Zu beachten sind immer die Besonderheiten (Bsp. MS: Anforderungen ICF, Medikation, Zusatzerkrankungen), die durch das jeweilige Krankheitsbild entstehen.

Die Wirk-, Bewegungs- und Sinndimension enthalten alle drei Aspekte des biopsychosozialen Modells. Nachfolgend wird ein Einordnungsversuch der verschiedenen leistungsrelevanten Aspekte aus dem Klettern über das Modell in die Therapie erläutert.

1. Leistungsrelevante physiologische Aspekte (biologische Ebene)

Die motorischen Basisprogramme im Klettern entstammen unserer phylogenetischen und frühkindlichen Entwicklung. Lazik diskutiert das Aktivieren phylogenetisch verankerter Fluchtprogramme als ein neurophysiologisches Phänomen beim Klettern²⁰. Es scheint, dass dadurch eine stärkere biologische Reaktion hervorgerufen wird, als durch zyklische Bewegungsformen.

Die physiologische, neuromuskuläre Ansteuerung durch Abrufen vorhandener Engramme (Bewegungsmuster im Klettern) in bestimmten Situationen schult die ökonomische Innervation der Muskulatur. Die Reize durch das Klettern können sowohl ruhende Nervenzellen aktivieren, als auch der Substituierung kranker Neuronen dienen²⁰. Bei PmMS kann die feinmotorische Funktion der Hand durch das zielgerichtete Greifen im Klettern ebenso geübt werden, wie das Halten einer stabilen Gleichgewichtsposition^{182,199}. Klettern bedeutet das ständige Wiederherstellen des Gleichgewichts in einer neuen Position²⁰⁰. Einer der wichtigsten Faktoren dabei ist die posturale Kontrolle (s.

Kletterbewegung Anhang A3). Voraussetzungen sind ein ideales Körper-Alignment (ökonomische Ausrichtung der einzelnen Körperabschnitte zueinander sowie zur Umgebung) und Haltungstonus (Aktivierung der „Anti-Schwerkraft Muskulatur“ durch sensorische afferente Informationen, Reflexmechanismen, Haltung zueinander /zur Umgebung / zum Referenzpunkt)²⁰⁰. Der Muskeltonus muss ausreichend hoch sein, um der Schwerkraft zu widerstehen und ausreichend niedrig, um Bewegung zuzulassen. Das ideale Alignment im Stand sorgt für eine posturale Kontrolle mit dem geringstmöglichen Energieverbrauch. Dabei befindet sich der KSP im Lot.

Folgende Komponenten beeinflussen die posturale Kontrolle^{200,201}:

- das Bewegungssystem (Gelenkbeweglichkeit, spinale Flexibilität, muskuläre Eigenschaften, biomechanische Beziehungen der Körpersegmente zueinander),
- die inneren Organe (angepasste Atmung, stabiler Kreislauf),
- die Bewegungskontrolle (motorische Vorgänge einschließlich neuromuskulärer Synergien, sensorische Vorgänge der visuellen, vestibulären und somatosensorischen Systeme, integrative Prozesse auf höherem Niveau (Kopplung sensorischer Informationen an Aktivität und Regelung antizipatorischer und adaptiver Prozesse der posturalen Kontrolle),
- [das Erleben und Verhalten (Aufmerksamkeit, Motivation, Absicht) entspricht den psychologischen Aspekten].

Neben dem Input über sensorische Afferenzen und dem Output als muskuläre Antwort, gehören eine Programmierung (Modifikation, Adaptation, Antizipation) sowie das Mapping, mit seiner internen Präsentation der Körperposition und Grenzen im Raum, dazu. Eine sinnvolle Filterung kann im Rahmen einer Modifikation, Adaptation an Bedingungen oder Antizipation (Proaktion statt Reaktion) erfolgen. Alle Ebenen können im TK direkt erreicht und über die Kontrollsysteme des Körpers (Feedback und Feedforward) geschult werden^{177,201}.

Für eine ökonomische Bewegung müssen die Grundprinzipien einer freien Mobilität der Extremitäten und optimalen Stabilität des Rumpfes erfüllt sein. Eine der übergeordneten, funktionellen Hauptaufgaben in der Therapie ist deren Umsetzung²⁰². Der Rumpf dient als Basis, um die Bewegung der Extremitäten zu koordinieren^{177,203}. Wenn der Körper an der Kletterwand stabilisiert wird und sich die Greifhand zum Erreichen des Zielgriffs vom Haltegriff löst, kommt es zu einer „Drei-Punkte-Belastung“. Die auf den Körper (posturale Kontrolle) wirkenden Kräfte sind größer, als in der quadropoden Position²⁰⁰. Dafür muss der Kletterer die kleinen Muskeln der Wirbelsäule (zum Beispiel Mm. multifidii, Mm. rotatores) ansteuern, um die lokale Stabilisation im Rumpf zu gewährleisten.

Die muskuläre Aktivität findet beim Klettern in offenen oder geschlossenen kinematischen Ketten statt. Der Körper hält während der Bewegungsausführung in der Regel mindestens drei Kontaktpunkte mit der Wand („Drei-Punkt-Belastung“). Beispiel einer geschlossenen

kinematischen Kette ist eine KSP-Verlagerung mit Hubarbeit aus den Beinen. Der Beinarbeit wird beim Klettern eine besondere Bedeutung beigemessen. Die größte Hubarbeit beim Menschen, bedingt durch den aufrechten Gang, kommt aus den Beinen. Da es sich im Klettern um eine Ganzkörperbewegung handelt, findet im Gegensatz zu anderen Sportarten eine Beanspruchung des gesamten Bewegungsapparates statt²⁰⁴. So wird auch die Leistungsfähigkeit der nicht betroffenen Strukturen erhalten²⁰.

Die Verschaltung in geschlossenen Funktionsketten und das Abrufen motorisch angelegter Programme zeigen gerade für neurologische Patienten einen hohen Therapiewert^{11,171,182}.

Konditionelle Ressource Kraft

Eine Verbesserung der Krafterleistung kann über optimierte Ansteuerungsprozesse oder eine verbesserte Energiebereitstellung erfolgen. PmMS weisen häufig eine Störung in der Ansteuerung auf, die über eine Steigerung der inter- und intramuskulären Koordination adressiert werden kann. Das wiederholte Klettern einer Route sorgt für eine verbesserte Rekrutierung der Muskelfasern und somit für eine höhere Krafterentwicklung (intramuskuläre Koordination).

Die muskuläre Streckerschlinge, bestehend aus M. gastrocnemius, M. quadriceps femoris, M. gluteus maximus, sowie weiterlaufend M. latissimus dorsi und M. erector spinae, wird beim Klettern ebenso trainiert, wie der Schultergürtel, die Griffkraft der Arme sowie die lokale Rumpfmuskulatur^{18,177,200,205-211}. Sinnvoll gesetzte Füße und eine gute Hubarbeit aktivieren die Beinmuskulatur und sparen Arm- und Fingerkraft beim Klettern. Weite Züge oder das Klettern von Überhängen schulen die globale Rumpfmuskulatur, während die Stabilisation des Beckens an der Wand verstärkt die lokale Muskulatur anspricht. Die Kräftigung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur und die Entwicklung einer Körpermittelspannung sind zentrale Elemente der Bewegungstherapie^{197,202}.

Köstermeyer nennt die Kraft der Finger-, Arm-, Schulter- und Rumpfmuskulatur als bedeutendste konditionelle Leistungsbedingung im Klettern²¹². Je höher das Leistungsniveau eines Kletterers ist, desto bedeutender wird die Fingerkraft bei kleingriffigen Routen, sowie die Arm- und Schulterkraft in Relation zum Körpergewicht bei überhängenden Routen²⁰⁵. Je höher der gekletterte Schwierigkeitsgrad ist (ab Schwierigkeitsgrad VII+ der UIAA-Skala, Kapitel 4.2), desto eher korrelieren diese Werte miteinander. Die Relation der Kraft zum Körpergewicht konnten auch Watts et al. (2003) in einem Vergleich junger und älterer Leistungskletterer mit anderen Leistungssportlern ausmachen²¹³. Diese Ergebnisse sind in der Therapie eher bei einem hohen Leistungsniveau des Patienten von Interesse.

Kletterer benötigen überwiegend Maximalkraft, Krafterdauer und Schnellkraft^{214,215}. Bertuzzi et al. (2007) fanden in ihrer Studie heraus, dass die Energiebereitstellung beim Indoor-Klettern überwiegend aerob und anaerob alaktazid erfolgen. Ergänzend bemerkten die Autoren, dass eine ökonomische Kletterbewegung bedeutender erscheint, als ein

verbesserter Energiestoffwechsel²¹⁶. Abhängig von der Zielsetzung können die verschiedenen Formen der Kraft in der Therapie geschult werden.

Im Klettern besteht also die Möglichkeit, kleinere Muskelgruppen der Extremitäten, wie die Muskeln von Händen und Füßen, aber auch die globalen und lokalen Stabilisatoren der Schulter- und Rumpfmuskulatur zu trainieren^{20,210}. Hierfür eignen sich genau kontrollierte Bewegungen im Boulderbereich als Übungsaufgaben genauso wie wiederholtes Klettern mit Seilsicherung einer vorgegebenen Route. Die Zunahme an Muskelmasse kann über ein regelmäßiges Training unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Kenntnissen erreicht werden^{20,204,211}.

Eine erste wissenschaftliche Studie zum therapeutischen Klettern mit Seilsicherung publizierten Heitkamp et al. 1999. Sie verglichen die Effekte eines Kletterprogramms gegenüber einem progressiven, dynamischen Krafttrainingsprogramm bei Erwachsenen. Das Kollektiv bestand aus 22 Rückenschmerzpatienten (Interventionsgruppe (IG) = 10, Kontrollgruppe (KG) = 12), die keine Skoliosen, operationswürdige Befunde und Hinweise auf entzündliche Prozesse aufwiesen. Die Intervention umfasste 24 Einheiten, die Zeitdauer bleibt unklar. In jeder Einheit wurden drei Kletterrouten (UIAA-Skala IV bis V+) absolviert. Zur Messung der isometrischen Maximalkraft und Mobilität wurde das Mess-System von DAVID verwendet. Beide Trainingsprogramme erzielten ähnlich große Effekte in der Mobilität und dem Kraftzuwachs ($p \leq 0,05$), wobei nur die Klettergruppe zusätzlich eine signifikant verbesserte Muskelbalance zeigte¹⁸.

Gaulrapp et al. (2000) setzten das TK als Einzelfallstudie in der Rehabilitation eines Patienten nach beidseitiger Kalkaneusfraktur in der Phase der Vollbelastung ein. Sie erwarteten mit dem TK „eine Aktivierung funktioneller Muskelketten und Bewegungsmuster“. Der Patient befand sich in seiner zweiten stationären Rehabilitation und trainierte täglich 45 Minuten. Am Ende der Rehabilitation hatte sich die Gelenkbeweglichkeit (Neutralnullmessmethode) im oberen und unteren Sprunggelenk erhöht. Auch gab der Patient eine verbesserte Belastbarkeit und reduzierte Bewegungsschmerzen an²¹⁷.

In einer zweiten Studie von Heitkamp et al. (2005) wurde der Einfluss einer Klettertherapie auf die paravertebrale Muskulatur jugendlicher Skoliotiker mittels isometrischer Maximalkraftmessungen untersucht. 19 Skoliotiker zwischen 11 und 18 Jahren mit einem Skoliosewinkel der Wirbelsäule zwischen 11°-110° kletterten Indoor mit Seilsicherung zweimal pro Woche 1,5 Stunden. Die Behandlung der KG (n = 9, Skoliosewinkel 22°-36°) wird nicht näher erläutert. Es zeigten sich ein Kraftzuwachs der paravertebralen Muskulatur und eine Verbesserung der Beweglichkeit der Wirbelsäule von der IG gegenüber der KG. Zusätzlich konnte eine hohe Compliance in der Klettergruppe beobachtet werden.

Im gleichen Jahr publizierten Heitkamp et al. (2005) eine Studie zum präventiven Effekt eines Kletterprogramms auf den Kraftzuwachs der wirbelsäulenstabilisierenden

Muskulatur einer Schülergruppe. Die IG (n = 17) im Alter von 15-19 Jahren kletterte über den Zeitraum von 10 Wochen zweimal wöchentlich 1,5 Stunden. Die KG (n = 9), eine allgemein sportliche Schülergruppe, erhielt kein spezielles Training der Rückenmuskulatur. Durch das Klettern erzielte die IG eine signifikante Verbesserung der Maximalkraft im Mittel um 10% in 7 von 9 isometrischen Testverfahren. In der KG zeigte sich hingegen nur in zwei Parametern ein Kraftzuwachs. Die physiologische Beanspruchung der Muskulatur durch das Klettern sorgte, neben dem Kraftzuwachs, für eine Verbesserung der muskulären Balance im Gegensatz zur Kontrollgruppe¹⁹.

Schweitzer et al. (2005) untersuchten die Stabilität des Sprunggelenks von 25 Freizeitkletterern im Vergleich zu 26 Fußballern, bei der die Kletterer in den Stabilitätstests signifikant besser abschnitten²¹⁸.

Konditionelle Ressource Beweglichkeit

Wird die Einteilung von allgemeiner und spezieller Beweglichkeit zugrunde gelegt, findet sich im Klettern überwiegend eine Schulung der allgemeinen Beweglichkeit der großen Gelenke (Hüftgelenk, Schultergelenk, Kniegelenk, Sprunggelenk und Wirbelsäule). Durch die Orientierung an der Kletterwand nach oben erfolgt beim Kletterer automatisch eine Extension der Wirbelsäule mit einer Aufrichtung des Körpers. Durch das Eindrehen an der Kletterwand wird die Lage des Körperschwerpunktes verändert und es erfolgt eine aktive Streckbewegung. Neben einer Reduktion der Kraftanforderung kommt es zu einer Mobilisation von Rumpf und Schultergürtel. Leistungskletterer zeigen eine größere Hüftflexibilität als Nichtkletterer²¹⁹. Die spezielle Beweglichkeit hängt vom Niveau des Kletterers ab und bezieht sich im Leistungsbereich überwiegend auf die Schulter- und Hüftgelenke^{219,220}.

Neben der aktiven Beweglichkeit (durch das bewusste Erreichen eines Griffes / Trittes) kann im Klettern auch die passive Beweglichkeit geschult werden. Weist ein Patient Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk auf, kann im TK gezielt eine bestimmte Griffhöhe oder Bewegungsaufgabe vorgegeben werden. Werden mit der Aufgabenstellung „punctum fixum“ und „punctum mobile“ vertauscht, kann unbewusst aufgrund des geschlossenen Systems an der Kletterwand, das zu übende Bewegungsmaß geschult werden. Das Training erfolgt über das repetitive Üben der Bewegungsabfolge, ähnlich eines Systemboulders im Leistungssport. Ein weiteres Beispiel wäre das Absenken des KSP, um am langen Arm zu klettern und einen großen Arm-Rumpfwinkel zu provozieren.

In einer Studie von Muehlbauer et al. (2012) verbesserte sich die Rumpfbeweglichkeit nach einem zweimal wöchentlichen Klettertraining über acht Wochen bei bewegungsarmen Erwachsenen²¹¹.

Konditionelle Ressource Schnelligkeit

Der Schnelligkeit kommt in der Bewegungstherapie eine untergeordnete Rolle zu, wobei sie nicht völlig zu vernachlässigen ist. Gewisse Alltagssituationen, wie das Überqueren einer Straße, erfordern situationspezifisch ein schnelles und dynamisches Handeln. Auch das Klettern beinhaltet unterschiedliche Bewegungstempi. Bestimmte Situationen, wie zum Beispiel ein weit entfernter Griff oder eine kraftfordernde Stelle im Überhang, erfordern beim Klettern eine dynamische Bewegung. So entstehen Situationen, unter denen der Kletterer überlegt, ob er einen Zug riskieren soll, der sich möglicherweise nicht kontrollieren lässt. Zügiges Bewegen, gerade auch in schweren Passagen, hat immer etwas mit der Psyche zu tun¹⁶. Dynamische Kletterbewegungen werden im Training unter mehrfachem Wiederholen derselben Stelle trainiert. Durch ein höheres Bewegungstempo kann Kraft gespart werden. Diesen Ansatz kann der Therapeut bei Bedarf nutzen.

Koordinative Fähigkeiten

Unter Koordination wird im Allgemeinen die Steuerung und Regelung von Bewegung verstanden. Klettern ist idealtypischer Weise eine offene Bewegungsfertigkeit mit unterschiedlichen Bewegungsqualitäten¹⁶. Es finden wenig normierte Bewegungsabläufe statt^{17,221}. Kaum eine Kletterstelle gleicht der anderen. Der Kletterer muss eine bestimmte, situationsangepasste Bewegungsabfolge entwerfen, die der optimalen Lösung der Bewegungsaufgabe dient²²². Diese divergierenden bis experimentellen Gestaltungsmöglichkeiten der Kletterbewegung erleichtern eine ressourcenorientierte Therapie. Entscheidend für die Kletterbewegung sind das Bewegungsrepertoire, sowie der angemessene Einsatz der Bewegung (intra- und intermuskuläre Koordination). Zu den koordinativen Prozessen gehören: Motorisches Lernen, Steuerungs-, Anpassungs- und Umstellungsprozesse, sowie die Bewegungsökonomie.

Es ist bekannt, dass Anfänger im Klettern zu Beginn verstärkt ihre Arme einsetzen, wohingegen Fortgeschrittene mehr auf die Unterstützung der Füße und ihre Technik zurückgreifen, um die Bewegung zu ökonomisieren^{220,223}. Motorisches Lernen umfasst unter anderem das Bilden von Engrammen im Kleinhirn. Engramme werden über das wiederholte Ausführen einer Bewegung als vorhandenes Bewegungsmuster abgespeichert. Dadurch wird eine schnellere Reproduktion der Bewegung möglich. Das Erlernen neuer Engramme und Nutzen vorhandener Engramme verbessert die koordinativen Ausführungen einer Bewegung und unterscheidet Anfänger von Fortgeschrittenen. Engramme entstehen im motorischen Lernen durch langzeitliche, empirische Optimierungsprozesse. Sie werden bei Bedarf abgerufen²²⁴. Die in der kindlichen Entwicklung entstandenen Engramme im Klettern lassen sich im TK nutzen. Der Patient kann auf diese zurückgreifen oder Bewegungsabfolgen über neue Bewegungsimpulse

verfeinern. Eine Rekonditionierung neuromuskulärer Störungen bei traumatischen oder chronischen Beschwerden (Schmerzzuständen) kann unterstützt werden^{172,186}.

Unter Berücksichtigung der differenzierten Einteilung der koordinativen Fähigkeiten nach Meinel und Schnabel¹⁹¹ zeigt sich, dass alle Fähigkeiten der speziellen Koordination mit einer unterschiedlichen Gewichtung im Klettern zu finden sind¹⁷⁴:

1. *Gleichgewichtsfähigkeit* (Symmetrie, Stabilität, Sensomotorik):

Bsp. Verlagerung des KSP, Schwerkraftwirkung, Vermeidung „offene Tür“, stabile / labile Positionen, Entlastung der Arme.

2. *Orientierungsfähigkeit*:

Bsp. Auge-Hand-Koordination, Kletterzüge erkennen und einschätzen, Wahl geeigneter Positionen für eine Pause.

3. *Kopplungsfähigkeit*:

Bsp. Kombination von Teilbewegungen zu einer flüssigen Gesamtbewegung, vor allem bei dynamischen Kletterzügen, ganzkörperbezogener intermuskulärer Koordination, Ökonomisierung der Kletterbewegung.

4. *Umstellungsfähigkeit*:

Bsp. unterschiedliche Griffe und Tritte, „weiches Greifen“, vorhandenes Handlungsprogramm abrufen und auf neue Bedingungen in der Kletterroute einstellen.

5. *Anpassungsfähigkeit / Differenzierungsfähigkeit*:

Bsp. Körperwahrnehmung, Schulung der Propriozeption, gleicher Griff unterschiedliche Möglichkeiten der Belastung, kraftsparendes Klettern, sauberes Positionieren von KSP / Händen / Füßen.

6. *Reaktionsfähigkeit*:

Bsp. Sturz, Partnercheck, Signale von außen (Sichernder).

7. *Rhythmisierungsfähigkeit*:

Bsp. Bewegungsfluss, Atmung, An- / Entspannungsfähigkeit.

Eine Kletterleistung erfordert ein hohes Maß an Bewegungsqualität¹⁶. Jeder Kletternovize umklammert mit aller Kraft die Griffe, statt seine Füße einzusetzen, um Gewicht abzugeben. Er wird nach kurzer Zeit erschöpft sein. Das Ziel „Erreichen des Endes einer Route“ kann leichter vollendet werden, wenn die Kräfte im Körper gespürt werden und sinnvoll zum Einsatz kommen. Neben einer guten Körperwahrnehmung gehört die Kontrolle des Muskeltonus dazu. Die gezielte Ansteuerung isolierter Körperpartien ist eine Voraussetzung dafür. Die Kletterbewegung beruht auf einer mehrgelenkigen Diagonalebewegung, welche sich in den physiologischen Alltagsbewegungen jedes Menschen wiederfindet (Bsp. Gang: Kreuzkoordination)²⁰⁴. Eine dreidimensionale Verschraubung während der Bewegungsausführung sorgt für die physiologische Stabilisation einzelner Gelenke und ist Grundlage fein dosierter Zielbewegungen. Die Basis ist eine komplexe Verschaltung in geschlossenen Funktionsketten, welche eine

Kokontraktion von Agonist und Antagonist hervorruft. Diese Anforderungen sind u.a. für eine bessere Muskelbalance, vor allem in der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur, verantwortlich^{18,19,172}. Viele Bewegungen aus dem Klettern lassen sich aufgrund ihrer Dreidimensionalität in typische Alltagsbewegungen übertragen. Diese Muster finden sich oft in einzelnen Kletterzügen wieder. Klassisches Beispiel hierfür sind die diagonalen Bewegungsmuster aus dem Konzept der „Propriozeptiven Neuromuskulären Fazilitation“ (PNF) von Kabat und Knott. Dabei werden gezielt Propriozeptoren, Exterozeptoren und Telerezeptoren angesprochen, um physiologische Bewegungen anzubahnen. Durch die Fazilitation von physiologischen Bewegungsmustern können Irradiationen in Körperabschnitten entstehen, die von einer Bewegungsstörung betroffen sind und deren Aktivierung erfolgen.

Lazik et al. (2007) untersuchten die Auswirkungen von TK in einer Studie mit Apoplex-Patienten. 12 Probanden mit einem Altersdurchschnitt von 52 Jahren boulderten an einer speziell konstruierten Wand zweimal pro Woche über sechs Wochen. Anhand der „Rivermead Motor Assessment Scale“ konnte eine Verbesserung der Motorik in der Arm-, Rumpf- und Beinfunktion festgestellt werden. Eine beobachtete Steigerung in fast allen Bewegungen zeigte sich auch in den Videoanalysen²⁰.

Zwei weitere Einzelfallstudien von der Potsdamer Forschergruppe um Lazik dokumentieren die Anwendung von TK im Bouldern bei einer M. Parkinson-Patientin und einem Patienten mit traumatischer Rückenmarksschädigung in Höhe des 4. Lendenwirbelkörpers²⁰. Die M. Parkinson-Patientin führte zusätzlich zur Physiotherapie und medikamentösen Behandlung zweimal pro Woche 10 Einheiten à 60 Minuten TK durch. Die Autoren konstatieren, dass die Patientin wieder einfache azyklische Bewegungsabläufe durchführen konnte und sich die Bewegungsqualität, Belastbarkeit sowie die psycho-physische Situation verbesserten. Der Querschnittspatient trainierte insgesamt sechs Mal. Beobachtet wurden „eine unglaubliche Freude“, eine „Verbesserung der linken unteren Extremität“ sowie der „rechten Seite“ des Patienten. Genaue inhaltliche Angaben zum TK und zur Messmethodik fehlen.

Im Klettern ohne Seilsicherung untersuchte Fleissner et al. (2010) 95 geriatrische Patienten im mittleren Alter von 81 Jahren bezüglich ihres Sturzverhaltens (Timed up and go Test, Tinetti-Tests, Barthel-Index und Anzahl der Stürze). Sie absolvierten ein einmal wöchentliches Boulderprogramm über fünf Wochen, die Kontrollgruppe erhielt klassische Physiotherapie. Die Interventionsgruppe unterschied sich signifikant in allen drei Testverfahren, nicht jedoch in der Anzahl der Stürze²²⁵.

Konditionelle Ressource Ausdauer

Klettern schult weniger die allgemeine Ausdauer, sondern speziell die Kraftausdauer.

Das „American College of Sports Medicine“ empfiehlt Erwachsenen in der Regel einen Ausdauerreiz von mindestens 20 Minuten am Stück, wohingegen ein Bewegungsreiz von

weniger als 10 Minuten bei sehr konditionsschwachen Personen ausreichen kann²²⁶. Eine Kletterroute kann mit kurzen Pausen von wenigen Minuten bis hin zu 30 Minuten dauern. Dadurch entsteht ein Intervall-Trainingscharakter in der Route. Eine Studie von Rodio et al. (2008) untersuchte den Trainingszustand von 13 Freizeitkletterern, um die allgemeine aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit zu bestimmen (angelehnt an die Standardwerte des „American College of Sports Medicine“). Mittels Fahrradergometrie wurden die maximale Sauerstoffaufnahme und die ventilatorische Kapazität erhoben und in Relation zur durchschnittlichen Herzfrequenz (HF) und Sauerstoffaufnahme (VO₂) beim Klettern gesetzt (HF Männer: MW 144 S/Min, Frauen: MW 134 S/Min; VO₂ Männer: MW 28,3mL/kg/Min, Frauen MW 27,5 ml/kg/Min). Es zeigte sich eine überdurchschnittlich hohe Trainingsintensität (VO₂ während des Kletterns in Prozent der VO₂peak): Männer 70%, Frauen 72%; der Energieverbrauch betrug 1000-1500 kcal pro Woche. Auch wenn die Fallzahl in der Studie klein ist, attestiert sie dem Klettern einen positiven Effekt auf die Ausdauerleistungsfähigkeit²²⁷. Janot et al. (2000) wiesen in ihrer Studie eine höhere Herzfrequenz bei Anfängern im Gegensatz zu Freizeitkletterern nach und bezogen diese Werte eher auf die grundlegende Situation des Anfängers²²³.

Vetter (2005) vermutete, dass psychische Einflussfaktoren für die Charakteristik der HF-Verläufe verantwortlich sind. Dadurch wird die große psychische Beanspruchung deutlich. Setzt man die Leistung in Relation zur Schwierigkeit der gekletterten Route, zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Schwierigkeitsgrad der Kletterroute (III bis IX UIAA-Skala) und den erhobenen HF-Parametern bei acht Freizeitkletterern²²⁸. Es bestand allerdings ein signifikanter Zusammenhang der ersten 60 Klettersekunden ($p = 0,004$) mit den Vorstartwerten der Herzfrequenz ($p \leq 0,00$), gemessen mittels Pulsuhr.

II. Leistungsrelevante psychologische Aspekte (psychologische Ebene)

Es zeigt sich: ...,dass Klettern nicht nur eine äußerlich sichtbare Handlung ist, sondern immer auch ein inneres Geschehen beinhaltet.“

(aus Winter, S. 1999, S. 168).

Winter (2000) bringt die komplexen psychischen Anforderungen im Klettern unter anderem in den folgenden Sinndimensionen zusammen: Leistung – Spannung – Eindruck – Gesundheit – Miteinander – Ausdruck¹⁷⁶. Der Gesichtsausdruck eines MS-Betroffenen am Ende einer Route vereint diese Begriffe und steht für sich (Abbildung 3).



*Abbildung 3 Sinndimensionen des Kletterns
Spannung, Freude und Stolz vereint im Gesichtsausdruck eines MS-Kletterers beim Erreichen des Ziels (Foto Archiv KTU)*

Die Exponiertheit beim Klettern und die Absicherung durch einen Partner sind Besonderheiten dieser Sportart. Es geht um die Übernahme von Verantwortung und die Entwicklung von Vertrauen^{173,229}. Nur so kann Leistung erbracht und Spannung erlebt werden. Die Klettertherapie macht sich diese Komponenten, vor allem in der Erlebnispädagogik und Psychotherapie, zunutze^{17,172,180,185}. Bekanntermaßen ist die Sicherheit im Klettern abhängig vom Grundwissen, dem Material und den äußeren Bedingungen. Trotz Abklärung aller kontrollierbaren Komponenten existiert eine gewisse Restunsicherheit. Die Angst eines Sturzes bleibt. Im TK kann an dieser konkreten Situation gelernt werden, mit der eigenen Angst und Spannung umzugehen, sie zu kontrollieren. Ein Teil der Verhaltenstherapie ist die Konfrontation mit der entsprechenden Situation, hier der Angst. Eine gegebene Angstsituation lässt sich im TK gezielt erzeugen. Menschen mit Phobien haben ein großes Bedürfnis nach Kontrolle und Planbarkeit. Sich „Fallen lassen“ fällt ihnen schwer. Lösungsstrategien für verschiedene Phobien können so im TK erarbeitet werden^{173,185}. Das extremste Beispiel hierfür ist im Klettern das Sturztraining. Es erfordert Vertrauen und setzt ein sich „Fallen lassen“ voraus¹⁷².

Der Kletterer kann mit wenig Übung relativ schnell eigene Grenzen erfahren. Werden sie angstfrei erlebt, können sie zu dem sogenannten „Flow-Erlebnis“ führen, welches Freude und positive Energien erzeugen kann¹⁶. Eigene Grenzen werden also direkt erlebbar. Es fühlt sich großartig an, wenn die zuvor noch „unmöglich“ zu bewältigende Route, am Ende doch geschafft worden ist. Die ausgeführte Handlung wird auf sich selbst zurückgeführt, die allgemeine Selbstwirksamkeit beeinflusst²³⁰. Beim Klettern existiert also ein klares Ursache-Wirkungs-Prinzip, welches auch Kinder, Anfänger oder Patienten direkt erleben. Die Freude über das Erreichen eines Zieles und das Wissen und Spüren der eigenen Leistung erhöhen das Selbstvertrauen^{17,231}. Die Leistungsanforderungen sind einfach zu regulieren und über den Therapeuten zu kontrollieren. Das direkte Feedback durch die Situation an der Wand beim erfolgreichen Lösen einer Kletterstelle kann Selbstvertrauen schaffen. Die Herausforderung beim Klettern ist selbstbestimmt und daher ein wichtiger Aspekt zur Veränderung des Selbstwertes und in der Persönlichkeitsentwicklung. Das

Reflektieren des eigenen Handelns ist Grundvoraussetzung für eine Weiterentwicklung auf der persönlichen Ebene. Nur so kann das Selbstbild positiv verändert werden. Jede Kletterroute birgt aber auch etwas Unvorhersehbares, bei dem es zum Versagen, also dem Nichtbewältigen einer Route, kommen kann. Frustration entsteht. Mit Hilfe eines Therapeuten kann an der eigenen Frustrationstoleranz gearbeitet werden. Stärken und Schwächen werden sichtbar. Das Klettern erlaubt die Konzentration auf die Stärken und das Nutzen positiver Energien.

Da beim Seilklettern das Risiko eines Sturzes über den Partner abgefangen wird, muss an der hohen Wand zum einen dem Sicherungspartner und dem Material vertraut werden. Zum anderen muss man auch sich selbst und dem eigenen Wissen vertrauen. Das zeigt sich zu Beginn jeder Route beim Partnercheck oder beim Bewerten der Situation an der Wand. Es bedarf eines gewissen Mutes, in die Höhe zu steigen. In der Therapie ist das von Vorteil, da Patienten sich auf die Stufe mit gesunden Sportlern stellen, sie sogar übertrumpfen können. Nicht die Therapie steht im Vordergrund, sondern die sportliche Leistung²³².

Das Klettern bedient die modernen Bedürfnisse unserer Gesellschaft nach Abenteuer, Freiheit, Unabhängigkeit, kalkulierbarem Risiko und individueller Grenzerfahrung¹⁷. Je nach individueller Bewegungsgeschichte kommt es beim Klettern zu unterschiedlichen Situationsinterpretationen bei scheinbar gleicher Situation²²¹. Beispielpaare hierfür sind: Sicherheit - Unsicherheit; Freude - Angst; Spannung - Langweile; Misstrauen - Vertrauen¹⁷. In der Therapie werden diese unterschiedlichen Interpretationen bewusst eingesetzt und gemeinsam mit dem Therapeuten reflektiert.

Beim Klettern handelt es sich auch um ein Wechselspiel zwischen Bewegen und Wahrnehmen¹⁷. Der hohen Konzentration auf den Augenblick der Handlung folgt die volle Aufmerksamkeit auf die Gesamthandlung. Beide Situationen werden bei jeder Einzelbewegung hervorgerufen. Nach Winter (1999) ist neben einer positiven Selbstwahrnehmung, die bewusste mentale Vorstellung einer Kletterbewegung die Voraussetzung, um Verhalten zu verändern²²¹. Durch die Konzentration auf die Kletterbewegung kann es zu einer Ablenkung vom momentanen Grad der Beanspruchung, Schmerz oder Angst kommen, so dass das Klettern zu einer eigenen, unerwarteten Leistung führen kann¹⁷¹.

Die Konzentration gehört zu den konsumtiven Ressourcen, beinhaltet eine hohe Aufmerksamkeitsleistung und Fokussierung und wird im Klettern durch die spezielle Bewegungshandlung provoziert^{16,229}. Im Vordergrund steht die Problemlösung, so dass der Kletterer sich der hohen Konzentration nicht unbedingt bewusst wird. Neben dem Gedächtnis (zum Einprägen der Route vor Beginn der Kletteraktion), der Problemanalyse und Problemlösung (für die genaue Routenplanung, Auswahl der Ruhepositionen und Tempogebung während des Kletterns) sowie den vorhandenen Engrammen mit der

Bewegungsbereitschaft und dem Bewegungsverhalten, spielt die Antizipation der Bewegung eine große Rolle¹⁹⁴. Jeder Kletterbewegung liegt der kognitive Prozess zugrunde, die Route so zu lösen, dass möglichst wenig Energie verbraucht wird¹⁷⁸. Die Phasen der Anstrengung und Ruhe müssen an die Route angepasst und vorab ausgewählt werden. Diese ökonomische Kletterbewegung ist prinzipiell erlernbar und situationsspezifisch anwendbar. Auch wenn Kletterprobleme immer individuell gelöst werden, lassen die Bewegungsmuster fortgeschrittener Kletterer identische Engramme erkennen²²⁴. Die hohe kognitive Bedeutung im Klettern reduzierte einer der Sportkletterpioniere, Wolfgang Güllich, auf den einen Satz:

„Das Gehirn ist der wichtigste Muskel beim Klettern.“ (aus Hepp, T. 1993, S. 8)

In einer prospektiven, kontrollierten Evaluationsstudie von Mehl und Wolf (2008) wurden die Wirkimpulse durch die psychophysische Exposition in einem Hochseilgarten an 247 Patienten der Klinik Wollmarshöhe erforscht. Erfasst wurden Persönlichkeitsvariablen wie Selbstkonzept, Kontrollüberzeugung, Selbstwirksamkeit und dispositionelle Ängste, sowie symptomatische Zustände wie Lebenszufriedenheit, psychophysisches Wohlbefinden, situationsbezogene Ängste und Depressivität. In der Interventionsgruppe zeigten sich starke Effekte ($> 0,8$), in der Kontrollgruppe waren die Effekte im mittleren Bereich. Die Interventionsgruppe zeigte signifikant bessere Ergebnisse in der Gesamtbeeinträchtigung, Depressivität, Kontrollüberzeugung, Selbstwirksamkeit und den State- sowie Trait-Ängsten. Die Autoren sehen das Verfahren mit einer hohen Effektivität, Effizienz und Praktikabilität als geeignet an²³³.

Mazzoni et al. (2009) untersuchten in einer randomisiert, kontrollierten Studie 46 geistig und körperlich behinderte Kinder zwischen sechs und 12 Jahren, die eine besondere Förderung bedurften. In der Klettergruppe befanden sich vier Mädchen und 19 Jungen, in der Warte-Kontrollgruppe fünf Mädchen und 18 Jungen. Das Kletterprogramm mit Seilsicherung über 60 Minuten pro Woche dauerte sechs Wochen. Anhand von Fragebögen wurden eine Einschätzung der Kinder und Betreuer bezüglich der Selbstwirksamkeit untersucht. Die Wahrnehmung der eigenen Kompetenzen sowie der globale Selbstwert wurden über „Harter's (1985) Self-Perception Profile for Children“ erfasst. Die Selbstwirksamkeit, bewertet durch die Kinder selbst und durch die Betreuer, verbesserte sich signifikant ($p \leq 0,001$) mit einem starken Effekt ($d = 0,84$). Die Bewertung bezüglich der Sportlichkeit, der sozialen Kompetenzen und des globalen Selbstwerts durch die Kinder änderte sich weder über die Zeit noch gegenüber der Warte-Kontrollgruppe signifikant. Die Autoren vermuten, dass es viele Erfahrungen mit einer Verbesserung der Selbstwirksamkeit benötigt, um den Selbstwert zu verändern²³¹.

In einer randomisiert-kontrollierten Studie untersuchten Engbert et al. (2011) 28 chronischen Rückenschmerzpatienten eines Rehabilitationszentrums. Gleichmäßig

unterteilt in Kletter- und Kontrollgruppe, trainierte jede Gruppe viermal pro Woche über vier Wochen für 45 Minuten. Die Interventionsgruppe absolvierte ein rügenspezifisches Boulderprogramm im TK, während die Kontrollgruppe ein vergleichbares Standardprogramm zur Stabilisierung und Kräftigung der Rumpfmuskulatur erhielt. Aufgrund mangelnder Teilnahme (< 30%) konnten letztendlich die Daten von 10 Patienten aus der Kletter- und von 13 Patienten aus der Kontrollgruppe analysiert werden. Untersucht wurden die gesundheitsbezogene LQ mit Hilfe des Fragebogens „Short Form 36“ (SF-36) und die Alltagsfunktionen mit Hilfe des „Funktionsfragebogen Hannover zur alltagsnahen Diagnostik der Funktionsbeeinträchtigung durch Rückenschmerzen“. Im Fragebogen zur Alltagsfunktion zeigten sich vom Prä- zum Post-Test keine signifikanten Veränderungen in beiden Gruppen. Im SF-36 wiesen in beiden Gruppen drei von acht Subskalen signifikante Verbesserungen („Vitalität“, „soziale Funktionsfähigkeit“, „psychisches Wohlbefinden“) auf. In der IG verbesserten sich außerdem die Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“ (MW 16,5, [95% KI: 4,45 auf 27,85]) und „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ (MW 13,14, [95% KI: 3,61, 22,67]) und in der KG die Subskala „körperliche Rollenfunktion“ signifikant²⁰⁶.

Reiter et al. (2014) untersuchten in ihrer Studie an 23 Patienten mit einer Angst- und Zwangsstörungen die Erwartungen und deren Erfüllung an die Klettertherapie. In einer Fragebogenanalyse zeigte sich nach vier Einheiten, dass die Erwartungen nicht nur erfüllt, sondern sogar übertroffen wurden, vor allem in den Bereichen „Steigerung des Selbstwertgefühls“, „Vertrauen in andere / Kontrolle abgeben“ und „Achtsamkeit /Aufmerksamkeitsregulation“. Die Patienten selbst erlebten das TK also als wirksam¹⁷³.

Motivation

Klettern besitzt einen starken Motivationsreiz^{214,229,234}. Die Motivation zum Klettern lässt sich auf die Kernelemente sportlicher Handlungsfelder von Kurz (1995) zurückführen (aus²²¹). Dazu gehören die *Leistung* (Selbstwahrnehmung, Erfolg), die *Gesundheit* (Fitness, Wohlbefinden), das *Miteinander* (Geselligkeit, Unterhaltung) ebenso, wie die *Spannung* (Risiko, Wagnis) und die *Selbstverwirklichung im Ausdruck* (Ästhetik). Je ganzheitlicher der Klettersport erfahren wird, desto umfassender kann die Ausprägung der eigenen Persönlichkeitsmerkmale durch das Klettern erfolgen. Das Wissen um eine Kräftigung der Bein-, Arm- und Rumpfmuskulatur durch das Klettern und daraus folgend einer stabileren Haltung im Alltag, bedient die extrinsische Motivation. Effekte sind auf der motorischen Ebene sichtbar und werden vom Kletterer selbst erlebt. Aber auch das Klettern mit Gleichgesinnten wie andere PmMS, die die Leistung von außen durch Zurufe und Anfeuern würdigen, erhöhen die extrinsische Motivation. Hedonistische Effekte wie der Spaß an der Bewegung, Mut und Lebensfreude finden sich in der Bewegungsaufgabe und Zielerreichung an sich und sorgen für eine intrinsische Motivation. Das Prinzip des Neuen lässt sich im Klettern leicht umsetzen. Welche Kletterstelle bzw. Lösung der Bewegungsaufgabe gleicht der anderen? Klettern weckt die Entdeckerfreude, den

Spieltrieb und befriedigt die Neugier¹⁷⁶. Das Erreichen einer großen Erlebnisvielfalt ist demnach im TK verankert. Dieser motivationale Charakter des Kletterns lässt sich nutzen, um dosiert immer wieder an ein und demselben Kletterproblem, der (therapeutischen) Schlüsselstelle, zu arbeiten. Hohe Wiederholungszahlen sind möglich. Problemlösestrategien werden entwickelt und die psychische Ausdauerleistungsfähigkeit kann erhöht werden.

III. Leistungsrelevante soziale Aspekte (soziale Ebene)

Ein Kletterer klettert niemals alleine (außer beim Free Solo). Unübersehbar sind die sozialen Komponenten des Kletterns²³⁰. Beim Seilklettern muss der Partner die Verantwortung für den anderen übernehmen, eine Seilschaft ist ein kleines Team. Jeder muss sich auf den anderen verlassen können. Da die Seilsicherung im Falle eines Absturzes über das Leben des Kletterers entscheidet, muss tiefes Vertrauen in den Sicherer vorhanden sein. Jeder Kletteranfänger erlebt früh die ersten Erfolge, kann seine Leistung direkt nachvollziehen und sich schon bald der „Gruppe der Kletterer“ zuordnen¹⁷.

Eine Kommunikation über Technik, Taktik und eigene Emotionen kann das Interesse an der Persönlichkeitsentwicklung des Partners erhöhen. Das Klettern in der Gruppe eröffnet neue Möglichkeiten der Kommunikation. Eine eigene Dynamik kann entstehen und die Patienten können sich gegenseitig zu Höchstleistungen motivieren. Das Spüren von Angst, der Freude, der eigenen Grenze oder der Enttäuschung des anderen Menschen werden gemeinsam erlebt. Das Lebensgefühl lässt sich positiv beeinflussen. In der Therapie können „Gleichgesinnte“ sich gegenseitig Bewegungshilfen geben, da ein besseres Verständnis für die eingeschränkte Bewegungshandlung vorhanden ist. Auch kann der Umgang mit der Krankheit des einen dem anderen helfen, das eigene Schicksal aus einem weiteren Blickwinkel zu betrachten. Neue Bewältigungsstrategien können ausgetauscht werden.

Stoll et al. (2004) fanden in ihrer Studie, dass Teilnehmer eines dreimonatigen Kletterkurses mit sozialer Unterstützung in den Variablen der „psychosomatische Beschwerden“, „allgemeinen Selbstwirksamkeit“ und „Zufriedenheit“ profitierten²³⁰.

IV. Pädagogischer Exkurs

Eine weitere, relevante Herangehensweise an das Klettern findet sich unter pädagogischen Gesichtspunkten^{235,236}. Sie werden unter therapeutischen Überlegungen überwiegend in der Erlebnispädagogik genutzt und bilden die Basis verschiedener Lehr- und Lernwege, die auch im TK zum Tragen kommen. Sie fließen ergänzend in diesem Kontext in die Programmgestaltung mit ein.

Das Klettern dient im Kindesalter der Förderung der eigenen Ich-, Sozial- und Sachkompetenzen und eröffnet einen Raum, in dem der Kletterer die Folgen des eigenen Handelns direkt und unmittelbar selbst erfahren kann^{229,237}. Klettern ist instinktiv und angeboren¹⁷⁹. So können Kletterer durch das Erleben der eigenen Grenzen an sich selbst wachsen^{176,237,238}. Sie können in relativ einfacher und kontrollierter Weise beim Klettern ihrem Drang nach einem selbstbestimmten Tun folgen¹⁷⁶.

Speziell in der Anwendung des Kletterns bei Kindern lassen sich zwei Formen differenzieren: Eine *sportartnormierte Form* und eine *bewegungspädagogische Form*, die frei jeder normierten Zielvorgabe ist^{215,239 17,212,238}. Beides lässt sich in der Therapie nutzen. Den Mittelpunkt im Klettern bilden die individuell erreichbaren Ziele und das Kennenlernen persönlicher Grenzen. Diese können frei von jeglichem Leistungsdruck sein, aber auch Frustrationen auslösen, indem sie die eigenen Grenzen offensichtlich machen¹⁷. Zu den funktionalen Aspekten im Klettern kommt also das eigene Erleben. Das Klettern mit seinen vielfältigen Lösungsmöglichkeiten kann anregen, das eigene Handeln und Tun zu überdenken und sein eigenes Verhalten weiterzuentwickeln. Winter (1999) nennt hier als Beispiel das „Abseilen“ zum einen als technisches Element der „Abstiegshilfe“ oder aber als „Schaukelspaß“, „Aussichtswechsel“ oder „Nachbetrachtung einer gekletterten Route“²²¹.

Grzybowski und Eils erfassten 2010 erstmals die wissenschaftlichen Publikationen, die sich mit dem TK in Bereichen der orthopädisch-traumatologischen, neurologischen, psychomotorischen und chronischen Erkrankungen bzw. mit angeborenen Behinderungen auseinandersetzen und bei denen die Therapien an künstlichen Kletterwänden oder am Naturfelsen stattfanden. Von den 28 erfassten Studien entsprachen insgesamt nur drei Fachartikel und sechs Abstracts den hier festgelegten Standards. Wissenschaftliche Nachweise konnten ausschließlich im orthopädischen Bereich gezeigt werden. Alle drei Studien verwendeten das Klettern mit Seilsicherung als Maßnahme und konnten positive Wirkungen in der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe nachweisen¹.

In 2011 veröffentlichten Buechter und Fechtelpeter einen systematischen Review, der die Evidenz zur Wirksamkeit des therapeutischen Kletterns in der Vorbeugung oder Behandlung von Erkrankungen anhand randomisierter, kontrollierter Studien mit patientenrelevanten Endpunkten analysierte. Sie bewerteten die Evidenz nach dem GRADE System. Demnach ließ sich die Wirkung von TK zusammengefasst in vier Studien nachweisen^{11,206,225,231}. Bei allen vier Studien konnten positive Effekte durch das Klettern aufgezeigt werden, jedoch alle mit Limitierungen in methodischen Bereichen².

Die beiden Autorengruppen konstatierten in ihren Übersichtsarbeiten, dass eine Wirkung des TK noch nicht überzeugend und eindeutig nachgewiesen werden kann. Unterschiede in den Studiendesigns, die Heterogenität und kleinen Gruppengrößen der Zielgruppen sowie

das hohe Risiko für Bias lassen eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nur schwer zu. Es besteht Forschungsbedarf für diese relativ neue Therapiemaßnahme^{1,2}.

Therapeutisches Klettern und Multiple Sklerose

Die Studienlage zum Nachweis von TK für Personen mit MS ist noch begrenzt. Sie besteht nach eigenen Recherchen aus einer publizierten Studie, kleineren Abstracts/Postern und Erfahrungsberichten.

Die *Sauerland Klinik Hachen* setzte als erste Klinik 1999 das therapeutische Klettern in der Behandlung von PmMS ein und erzielt nach eigenen Angaben gute Erfolge, gerade für Lokomotionsbewegungen¹⁸⁷. In der Klinik wird ein Treadwall-Klettersimulator mit verstellbarer Neigungsfläche benutzt. Die Patienten bouldern auf einer geringen Höhe, werden aber durch Matten auf dem Boden und einen zusätzlichen Gurt optimal abgesichert. Durch eine Gewichtsverlagerung des Patienten wird ein Rotationsmechanismus an der Kletterwand ausgelöst, der die Fortbewegung steuert und eine Kletterbewegung auf kleinster Fläche ermöglicht²⁴⁰.

In seinem Lehrbuch zum TK beschreibt Lazik (2007) eine Einzelfallstudie von einer MS-betroffenen Ärztin. Sie absolvierte in einem Zeitraum von sechs Monaten einmal pro Woche ein einstündiges Übungsprogramm im TK. Das Programm sowie eigene Aktivitäten ermöglichten es der Patientin, ihre Wegstrecke von 50m auf 800m zu verbessern. Genauere Angaben zur Methodik und Ergebnissen existieren nicht. Die Patientin zeigte eine wiederkehrende Lebensfreude und ein größeres Selbstbewusstsein²⁰.

In der 2010 publizierten, einzigen randomisierten Studie untersuchten Velikonja et al., ob sich Stimmungslage, Spastik, Fatigue und kognitive Einschränkung durch eine Intervention im Klettern mit Seilsicherung bzw. Yoga beeinflussen lassen. Insgesamt wurden 20 PmMS (RRMS / SPMS), alle mit einem EDSS-Gesamtwert kleiner 6, sowie einem Einzelwert der „pyramidalen Funktionen“ aus dem EDSS kleiner 2 eingeschlossen (EDSS siehe Kapitel 5.2.1). Weder Yoga noch TK konnten bei einem einmal wöchentlichen Training über zehn Wochen einen signifikanten Einfluss auf die Stimmungslage oder Spastik bei PmMS zeigen. Die Fatigue, gemessen mit der „Modified Fatigue Impact Scale“, reduzierte sich durch die Intervention im TK signifikant um 32,5%, ($p = 0,015$) und die pyramidalen Funktionen (gemessen mit der EDSS) um 25%, ($p = 0,046$). Durch Yoga konnten signifikante Veränderungen in der selektiven Aufmerksamkeit erreicht werden¹¹.

3.2.3 Indikationen im Therapeutischen Klettern

„So vielfältig die Einsatzbereiche des Therapeutischen Kletterns sind, so unterschiedlich sind ihre Zielsetzungen.“ (¹⁷² S. 52)

Die verschiedenen Ebenen des Kletterns ermöglichen eine individuelle Ansteuerung der Defizitbereiche oder Symptome, welche in der Therapie gefordert werden^{229,232}. Folgende Indikationsbereiche können in der Klettertherapie behandelt werden^{1,2,20,171-173,189,196,204,234,241}.

- *Orthopädische und traumatologische Verletzungen* (Schwerpunkt: Schulter, Hüfte, Knie, Fuß, Wirbelsäule)
Bsp. Skoliosen, Haltungsschwäche, Rückenschmerzen, Knieinstabilitäten, Bewegungseinschränkungen der Schulter
- *Chronisch-degenerative Veränderungen*
Bsp. Bandscheibenproblematiken, chronische Schmerzpatienten, Endoprothetiker
- *Geistige und körperliche Behinderungen*
Bsp. Down-Syndrom, Autismus, incompletter Querschnitt, Amputationen
- *Sinnesbehinderungen*
Bsp. Blinde, Gehörlose, Sensibilitätsstörungen
- *Psychische Erkrankungen*
Bsp. Depressionen, Suchterkrankungen, Angst- und Zwangszustände
- *Neurologische Erkrankungen*
Bsp. Multiple Sklerose, Ataxie, Apoplex, M. Parkinson, Schädelhirntrauma, Zerebralparese
- *Pädiatrie*
Bsp. Haltungsschwächen, Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen, Verhaltensstörungen, Essstörungen, sensorische Integrationsstörungen, Lese-Rechtschreib-Schwächen
- *Geriatric (Präventive und rehabilitative Bewegungstherapie)*
Bsp. Muskelabbau, Gleichgewichtsstörungen, Sturzprophylaxe, Herz-Kreislauf-System, Gedächtnisleistung

Das Klettern als ganzheitliche Bewegungsform erfüllt den holistischen Ansatz der aktuellen Anforderungen der Sportwissenschaft und medizinischen Trainingstherapie. Ein funktionell gestörtes Bewegungsverhalten kann durch die Komplexbewegung „Klettern“ in eine Alltagshandlung integriert und positiv verändert werden^{1,181}. Alltägliche Bewegungskompensationen laufen bei einer Störung unbewusst ab (Bsp. Schonhaltung). Da jede Bewegung vor ihrer Ausführung auf zentraler Ebene strukturiert wird, kann das Klettern dazu beitragen, Bewegungsmuster neu zu organisieren¹⁷¹. Auch lenkt es vom momentanen Grad der Beanspruchung ab und öffnet so funktionell neue Bereiche^{20,204}.

Das TK ist fast auf jedes Leistungsniveau anpassbar, lässt sich in das biopsychosoziale Modell einordnen und eignet sich ideal für die Behandlung auch schwer betroffener Patienten. Für die verschiedenen Gruppen (Anfänger, Fortgeschrittene und Köhner) sind therapeutische Ansätze des Sporttreibens durch das Klettern in hohem Maße realisierbar¹⁷⁶.

Auch im TK gelten die üblichen „roten Flaggen“ der Sport- und Bewegungstherapie. Vorsicht ist geboten bei akuten Schmerzen, ungeklärten Beschwerden oder starken Angstzuständen. Patienten mit psychischen Störungen sollten in enger Rücksprache mit dem behandelnden Arzt therapiert werden. Auch die Einnahme von Medikamenten wie Marcumar, Cortison oder Schmerzmitteln, setzt einen bewussten Umgang mit dem Patienten voraus. Eine genaue Nutzen-Risiko-Abwägung in Absprache mit dem Arzt muss erfolgen. Zusatzerkrankungen wie zum Beispiel eine schwere koronare Herzerkrankung, extreme Adipositas oder eine fortgeschrittene Osteoporose sind Kontraindikationen^{20,242}. Bei orthopädischen Erkrankungen oder Verletzungen müssen Bewegungslimitierungen nach einer Operation eingehalten werden. Eine medizinische Begleitung wird dann notwendig, wenn die Erkrankung ein schnelles Handeln erfordert, wie bei herzkranken Personen²⁴².

Die Daten einer eigenen Studie zeigte erstmals die Verteilung der Anwendung von therapeutisches Klettern in verschiedenen Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen, sowie Kletter- und Boulderhallen¹⁹⁰. In der Online-Befragung konnten bei einem Rücklauf von 117 Fragebögen 65 Anbieter von therapeutischem Klettern ausgewertet werden. Das TK war in 53 Einrichtungen Teil des Angebotes. Insgesamt wurden die Fragebögen jeweils von drei ambulanten Rehabilitationszentren und Boulderhallen, vier Ergotherapiepraxen, neun Rehabilitationskliniken, 12 Kletterhallen, 27 Physiotherapiepraxen und sieben sonstigen Einrichtungen analysiert. Orthopädische Erkrankungen standen mit 81,5% der relativen Häufigkeit an erster Stelle der behandelten Indikationsgruppen. Nachfolgend wurden neurologische Patienten zu 58,5%, psychische Erkrankungen zu 38,5%, sonstige Erkrankungen zu 35,4% und kardiovaskuläre Erkrankungen zu 12,3% behandelt. Das TK wurde entweder als Bouldermaßnahme oder als Klettern mit Seilsicherung durchgeführt. Auch der Schwerpunkt in der aktuellen Studienlage ist bei orthopädischen Beschwerden auszumachen^{1,18-20,206}.

3.3 Hypothesen

Aus der umfassenden Vorarbeit, die nachfolgend in Kapitel 4 vorgestellten wird, konnte gezielt das neue Programm im Toprope-Klettern mit PmMS erarbeitet werden. Folgende Fragestellungen werden zur Überprüfung der Effekte aus dem Kletterprogramm abgeleitet. Durch das therapeutische Klettern ist ein positiver Effekt auf folgende Bereiche zu erwarten: Im biopsychosozialen Bereich auf die Befindlichkeit vor und nach den einzelnen Einheiten während der Intervention, in der übergeordneten Ebene der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, auf die Parameter Fatigue, Selbstwirksamkeit und Selbstwert und die kognitive Leistungsfähigkeit, sowie im motorischen Bereich auf das Gangbild, die Stabilität im Stand und die Feinmotorik der oberen Extremität. Die Hypothesen wurden einseitig gerichtet aufgestellt.

Folgende Hypothese wurde im **ersten Studienabschnitt** (sechs Monate) in der Interventionsgruppe bezüglich der Unterschiede in der *Befindlichkeit* während der Intervention vor und nach der Trainingseinheit untersucht:

Hypothese 1 (Befindlichkeit während der Intervention)

H1: Die Befindlichkeit, gemessen über die „*wahrgenommenen körperlichen Verfassung*“ und dem „*Eigenzustand*“, zeigt während der Intervention vor und nach jeder Einheit des sechsmonatigen Kletterprogramms eine Verbesserung oder bleibt gleich:

$$Median_1 \leq Median_2$$

Folgende Hypothesen wurden im **ersten Studienabschnitt** (sechs Monate) und **zweiten Studienabschnitt** (drei Jahre) bezüglich der *kognitiven und motorischen Unterschiede* untersucht:

Hypothese 2 (Kognition und Motorik Prä/Post)

Die Intervention im therapeutischen Klettern zeigt eine Verbesserung bzw. einen gleichbleibenden Zustand (keine Verschlechterung) gemessen an der *kognitiven und motorischen Leistungsfähigkeit* (Stabilität im Stand und Gangbild, Feinmotorik der oberen Extremität).

Hypothese 2a (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation in der *kognitiven Leistungsfähigkeit* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$Median_1 \leq Median_2$$

Hypothese 2b (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation in der *Stabilität im Stand* (Kraftmessplatte und S3 Check) nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 2c (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation der Parameter im *Gangbild* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 2d (über drei Jahre)

H1: Die mittleren Werte der Testverfahren aus dem „*Multiple Sclerosis Functional Composite*“ der PmMS aus der Klettergruppe verbessern sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleiben gleich:

$$\mu_1\text{MZIP1} \leq \mu_2\text{MZIP2} \leq \mu_3\text{MZIP3}$$

Hypothese 2e (über drei Jahre)

H1: Die mittleren Werte der *Stabilität im Stand* der PmMS aus der Klettergruppe verbessern sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleiben gleich:

$$\mu_1\text{MZIP1} \leq \mu_2\text{MZIP2} \leq \mu_3\text{MZIP3}$$

Folgende Hypothesen wurden im **ersten Studienabschnitt** (sechs Monate) und **zweiten Studienabschnitt** (drei Jahre) bezüglich der *psychosozialen Unterschiede* untersucht:

Hypothese 3 (Psychosoziale Parameter Prä/Post)

Die Intervention im therapeutischen Klettern zeigt eine Verbesserung bzw. einen gleichbleibenden Zustand (keine Verschlechterung) der *gesundheitsbezogenen Lebensqualität* von PmMS und psychosozialen Parametern wie *Fatigue, Selbstwert, Selbstwirksamkeit und Depression*.

Hypothese 3a (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation in der *gesundheitsbezogenen Lebensqualität* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 3b (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation in der *Fatigue-Symptomatik* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 3c (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation in der *Selbstwertschätzung* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 3d (über sechs Monate)

H1: Es liegt eine Verbesserung oder Stabilisation der *Selbstwirksamkeitserwartung* nach dem sechsmonatigen Interventionsprogramm im TK gegenüber der Grundgesamtheit vor:

$$\text{Median}_1 \leq \text{Median}_2$$

Hypothese 3e (über drei Jahre)

H1: Die mittlere *gesundheitsbezogene Lebensqualität* der PmMS aus der Klettergruppe verbessert sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleibt gleich:

$$\mu_1\text{MZP1} \leq \mu_2\text{MZP2} \leq \mu_3\text{MZP3}$$

Hypothese 3f (über drei Jahre)

H1: Die mittlere *Fatigue-Symptomatik* der PmMS aus der Klettergruppe verbessert sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleibt gleich:

$$\mu_1\text{MZP1} \leq \mu_2\text{MZP2} \leq \mu_3\text{MZP3}$$

Hypothese 3g (über drei Jahre)

H1: Die mittlere *Selbstwertschätzung* der PmMS aus der Klettergruppe verbessert sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleibt gleich:

$$\mu_1\text{MZP1} \leq \mu_2\text{MZP2} \leq \mu_3\text{MZP3}$$

Hypothese 3h (über drei Jahre)

H1: Die mittlere *Selbstwirksamkeitserwartung* der PmMS aus der Klettergruppe verbessert sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleibt gleich:

$$\mu_1\text{MZP1} \leq \mu_2\text{MZP2} \leq \mu_3\text{MZP3}$$

Hypothese 3i (über drei Jahre)

H1: Die mittlere *Depressionsausprägung* der PmMS aus der Klettergruppe verbessert sich zu den drei Messzeitpunkten oder bleibt gleich:

$$\mu_1\text{MZP1} \leq \mu_2\text{MZP2} \leq \mu_3\text{MZP3}$$

4 Entwicklung des Kletterprogramms für Personen mit MS

4.1 Kletterprogramm im Kontext Gesundheit

Selbst die alten Griechen wussten die Wirkung des Sports auf die Gesundheit des Menschen zu nutzen. Die Entwicklung der heutigen Sichtweise auf den Menschen ist denen der alten Antike gar nicht so fern. Erste Informationen über die Anwendung trainingswissenschaftlicher Ideen, wie bei den olympischen Spielen der Antike, reichen mindestens 2.500 Jahren zurück. Um langfristig von den positiven Wirkungen des Sports profitieren zu können, muss die körperliche Aktivität regelmäßig und dauerhaft stattfinden¹⁵.

Das biopsychosoziale Modell wird als eine der bedeutendsten Theorien für die Beziehung zwischen Körper und Geist angesehen¹⁹⁸. In ihm werden Krankheit und Gesundheit als dynamischer Prozess verstanden, bei dem sowohl biologische als auch psychologische und soziale Prozesse stattfinden. Eine Ganzheitlichkeit, die im Sport von je her als grundlegend galt. Das therapeutische Klettern scheint geeignet, um den heutigen Anforderungen eines „Gesundheitstrainings“ mit einer ganzheitlichen, modernen Sichtweise auf den menschlichen Organismus gerecht zu werden^{16,20,204}. Heute ist die Bedeutung körperlicher Aktivität zur Aufrechterhaltung der Gesundheit und Verbesserung der Lebensqualität, auch für Personen mit MS, hinlänglich bekannt^{4,78,88,91,106,116,144,243-245}.

In der Therapie finden sich für den Bereich der gezielten körperlichen Aktivität in der englischen und deutschen Literatur verschiedene Verwendungsformen mit Oberbegriffen wie „Bewegung“, „Sport“, „körperliche Aktivität“, „bewegungsgestützte Therapie“, „körperliche Bewegung“, „sportliche Aktivität“. Aber auch „Physiotherapie“, „Bewegungstherapie“, „Rehabilitationssport“ oder „Rehabilitation im Allgemeinen“ werden entfernt dazugezählt. Auch im Englischen werden Begriffe wie “exercise training”, “rehabilitation“, „physical activity“, “sport”, “physical therapy”, “training”, “functional training”, “home physical training”, “(aquatic) exercise” oder ähnliche verwendet^{5,45,80,84,87,91,108}. Zwischen diesen einzelnen Begriffen wird in der Arbeit nicht explizit differenziert. Bei Bedarf werden die unterschiedlichen Belastungsanforderungen der verschiedenen Bezeichnungen aufgegriffen. Da es sich beim therapeutischen Klettern primär um eine körperliche Betätigung im biopsychosozialen Kontext unter sportlichen und therapeutischen Aspekten handelt, wird hier überwiegend der deutsche Begriff der „**sportlichen Aktivität**“ gebraucht.

Das Klettern als Bewegungsform lässt sich über die Definition für “exercise therapy” aus Websters New World Dictionary (1982): „*A series of movements with the aim of training*“

or developing the body by routine practice or as a physical training to promote good physical health“, welche auch Rietberg et al. in ihrem Review “Exercise therapy for multiple sclerosis” verwenden, in die Therapie einordnen⁸⁰.

Einordnung in die holistische Sichtweise der „Gesundheit“

Um die chronisch progressive Erkrankung MS effektiv zu behandeln, benötigt es eine ganzheitliche Sichtweise, die in einem interdisziplinären Team mit einem multimodalen Therapieansatz verwirklicht wird. Die ganzheitliche Herangehensweise wird auch in den aktuellen Gesundheitsmodellen und Rahmenkonzepten, wie der *internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit* (ICF) und dem *biopsychosozialen Modell* zugrunde gelegt^{4,15,50,80,198}.

Die ICF hat eine gemeinsame Basis geschaffen, auf deren theoretischer Grundlage eine optimale Behandlung der verschiedenen Patientengruppen stattfinden kann. Ihre Struktur gliedert sich in zwei übergeordnete Bereiche¹⁰¹:

1. *Die Funktionsfähigkeit / Behinderung*

Bestehend aus den drei Komponenten den *Körperfunktionen und Körperstrukturen*, den *Aktivitäten* und der *Partizipation*, die sich aus dem biopsychosozialen Krankheitsmodell ableiten.

2. *Die Kontextfaktoren*

Bestehend aus den Komponenten *Umweltfaktoren* und *personenbezogene Faktoren*.

Die Umsetzung der Idee erfordert eine dynamische Interaktion zwischen beiden Bereichen. Faktoren aus beiden Bereichen können bei PmMS sowohl als Barriere-, als auch als Förderfaktoren wirksam werden⁴.

Der erste Bereich der Funktionsfähigkeit beinhaltet zum einen

- *die motorische Ebene*
(Beeinträchtigung von körperlicher Aktivität und Sport = funktionale Gesundheit = Körperfunktion /-strukturen, Aktivität und Partizipation an Lebensbereichen sowie deren Schädigung und Beeinträchtigung) und
- *den psychosozialen Bereich*
(personenbezogene, psychologische Barrieren).

Die Kontextfaktoren umfassen zum anderen

- *die personenbezogenen Faktoren*
(verhaltensrelevante Aspekte wie Einstellungen, Motivationen, Überzeugungen, Selbstwirksamkeitserwartungen, aber auch Geschlecht, Alter, ethnische Zugehörigkeit, andere Gesundheitsprobleme, Fitness, Lebensstil, Gewohnheiten,

- Erziehung, Bewältigungsstile, sozialer Hintergrund, Bildung, Beruf, Erfahrungen, Verhaltensmuster, individuelle Psyche, Leistungsvermögen) und
- die *umweltbezogene Kontextfaktoren* (Zugänglichkeit der materiellen Umwelt, Verfügbarkeit relevanter Hilfstechnologien, Einstellungen der Menschen zur Behinderung, sowie Dienste, Systeme, Handlungsgrundsätze)^{4,246}.

Die *ICF Core Sets* sind Teile des ICF, die relevant für einen bestimmten Gesundheitszustand und / oder einen spezifischen Kontext sein können (zum Beispiel chronische Erkrankungen). Die speziellen ICF Core Sets dienen als internationale Grundlage bezüglich der Entwicklung von Standards für klinische Assessments, um Schwere und Verlauf der Erkrankung und eine Evaluation des Therapieerfolges zu analysieren^{247,248}. „*ICF core sets may increase the knowledge of more efficient and adapted rehabilitation measures meeting more properly individual requirements, and promote perception and acceptance of rehabilitation as a valuable treatment option in MS.*“ (⁵⁰ S. 1994).

Die Verteilung der einzelnen Kategorien im *ICF-V Core Set für MS* setzt den Schwerpunkt in den Bereichen der Aktivität und Teilhabe am Leben (ADL), statt im Bereich der medizinischen Versorgung (Körperfunktion und -struktur) (^{249,250} Tabelle 4). Die Mobilität des Einzelnen erhält einen hohen Stellenwert. Sie wird zum Beispiel auf funktioneller Ebene entscheidend von der posturalen Kontrolle und Gehfähigkeit beeinflusst (Kapitel 3.1.3).

Tabelle 4 ICF Core Set für MS

Anzahl und Gewichtung der einzelnen Kategorien im ICF Core Set für MS (vgl. ²⁵⁰)

ICF Core Set MS	ausführliche Version	kurze Version
Körperfunktion	40 (29%)	14 (38%)
Körperstruktur	7 (5,1%)	3 (8%)
Aktivitäten und Partizipation	53 (38,4%)	12 (32%)
Umgebungsfaktoren	38 (27,5%)	8 (22%)

Sportliche Aktivität bei chronischen Erkrankungen umfasst also neben den funktionellen Aspekten noch die viel weitreichendere Aktivierung zu einer Teilhabe am Leben auf den unterschiedlichen Ebenen.

Tabelle 5 beschreibt anhand der Struktur der ICF-Kodierung, Ziele aus der Sport- und Bewegungstherapie, die hier vom Autor dieser Arbeit mit den Inhalten aus dem therapeutischen Klettern übersetzt werden.

*Tabelle 5 Übertragung der Bewegungsaufgaben aus dem therapeutischen Klettern in die ICF-Kodierung
Exemplarische Darstellung einiger Ziele aus der ICF-Kodierung und dem ICF-Core Set für MS mit eigenen
Ergänzungen der Bewegungsaufgaben aus dem therapeutischen Klettern (aus:²⁵¹)*

Kode	Beschreibung	Therapeutisches Klettern
	Kapitel 4: Mobilität Die Körperposition ändern und aufrecht erhalten (d410 -d429) Gegenstände tragen, bewegen und handhaben (d430 -d449) Gehen und sich fortbewegen (d450 -d469)	
In einer Körperposition verbleiben (d415)	In derselben erforderlichen Körperposition verbleiben (sitzen bleiben oder bei der Arbeit / in der Schule stehen bleiben). Inkludiert: In liegender, hockender, kniender, sitzender oder stehender Position verbleiben	Stabilisieren des Rumpfes an der Wand, Erhöhung der Anforderung durch eine kleine Unterstützungsfläche
Eine elementare Körperposition wechseln (d420)	In eine und aus einer Körperposition zu gelangen und sich von einem Ort zu einem anderen zu bewegen (von einem Stuhl aufstehen, um sich in ein Bett zu legen, in eine und aus einer knienden oder hockenden Position gelangen). Inkl.: Körperposition aus einer liegenden, knienden oder hockenden, sitzenden oder stehenden Position ändern, sich beugen und seinen Körperschwerpunkt verlagern Exkl.: Sich verlagern	Aufstehen an der Kletterwand, Veränderung der Position an der Kletterwand und Kontrolle des Körperschwerpunkts
Feinmotorischer Handgebrauch (d430)	Koordinierte Handlungen mit dem Ziel auszuführen, Gegenstände mit der Hand, den Fingern und dem Daumen aufzunehmen, zu handhaben und loszulassen (das Aufnehmen von Münzen von einem Tisch, das Drehen einer Wählscheibe oder eines Knaufes) Inkl.: aufnehmen, ergreifen, handhaben, loslassen Exkl.: Gegenstände anheben und tragen	Sicherungsknoten knüpfen, Griffvarianten auswählen, greifen, halten und loslassen, Differenzierungsfähigkeit: Variabilität im Muskeltonus (Griffstärke)
Hand- und Armgebrauch (d440)	Koordinierte Handlungen auszuführen, die erforderlich sind, Gegenstände mit Händen und Armen zu bewegen oder zu handhaben (Drehen eines Türgriffs, Werfen oder Fangen eines Gegenstands) Inkl.: Gegenstände ziehen oder schieben; nach etwas langen; Hände oder Arme drehen oder verdrehen; werfen; fangen Exkl.: Feinmotorischer Handgebrauch	Stützen und Stemmen (Verschneidung oder Kamin): Nach oben Schieben des eigenen Körpers
Funktionen der kardio-respiratorischen Belastbarkeit (b455)	Funktionen, die die Kapazität des respiratorischen und kardiovaskulären Systems zur Erbringung von Ausdauerleistungen Inkl.: Funktionen der Ausdauerleistung, der aeroben Kapazität, Belastbarkeit und Ermüdbarkeit	Klettern einer Route ohne Pausen, Längenvariation einer Route
	Kapitel 7: Neuromuskuloskeletale und bewegungsbezogene Funktionen Funktionen der Gelenke und Knochen (b710 -b729)	
Funktionen der Muskelkraft (b730)	Funktionen, die im Zusammenhang mit der Kontraktionskraft eines Muskels oder von Muskelgruppen stehen Inkl.: Funktionen, die mit der Muskelkraft bestimmter Muskeln oder Muskelgruppen, Muskeln einer Extremität, einer Körperhälfte, der unteren Körperhälfte, aller Extremitäten, des Rumpfes und aller Muskeln des Körpers verbunden sind; Funktionsstörungen wie Schwäche der kleinen Muskeln der Hände und Füße, Muskelparese, Muskelparalyse, Monoplegie, Hemiplegie, Paraplegie, Tetraplegie und akinetischer Mutismus Exkl.: Funktionen des Muskeltonus (b735), Funktionen der Muskelausdauer (b740), Funktionen von Strukturen, die in Verbindung mit dem Auge stehen (b215)	Stabilisation des Rumpfes an der Kletterwand, Aufbau der Spannung der kleinen Finger / Handmuskeln und Fußmuskeln beim Greifen und Treten, Lösen der Muskelspannung für den nächsten Kletterzug, Klettern aus den Beinen
Kraft der Rumpfmuskeln b7305	Funktionen, die im Zusammenhang mit der Kontraktionskraft der Muskeln und Muskelgruppen des Rumpfes stehen	Stabilisation des Rumpfes in der Drei-Punkt-Position, Aufbau der Bogenspannung im Überhang

Funktionen des Sehens (Sehsinn) b210	Sinnesfunktionen bezüglich der Wahrnehmung von Licht sowie von Form, Größe, Gestalt und Farbe des visuellen Reizes Inkl.: Die Sehschärfe betreffende Funktionen; das Gesichtsfeld betreffende Funktionen; Qualität des Sehvermögens; Licht- und Farbwahrnehmung, Sehschärfe bei Weit- und Nahsicht, einäugiges (monokulares) und beidäugiges (binokulares) Sehen; Bildqualität; Funktionsstörungen wie Kurzsichtigkeit (Myopie), Weitsichtigkeit (Hypermetropie), Hornhautverkrümmung (Astigmatismus), Halbseitenblindheit (Hemianopsie), Farbenblindheit, Tunnelsehen, zentrale oder periphere Gesichtsfeldausfälle (Skotome), Doppelbilder (Diplopie), Nachtblindheit, Hell- Dunkeladaptation Exkl.: Funktionen der Wahrnehmung (b156)	Auswahl und Zuordnung der Griff-/Trittgröße und Form(Bsp. Obergriff / Untergriff), Sichtung und Planung einer Route zu Beginn
--------------------------------------	--	---

Motivation und „Gesundheit“

Zu unterscheiden sind zwei Arten der Motivation. Die *intrinsische Motivation* erfolgt aus einem inneren Antrieb, der seinen Ursprung in den eigenen Wünschen und Zielen hat. Die *extrinsische Motivation* erfolgt aus einem äußeren Anreiz zu einer Handlung²¹⁴.

Übertragen auf einen chronisch kranken Patienten könnten folgende Szenarien zum Tragen kommen: Der Patient zieht seine extrinsische Motivation zur Bewegung aus dem Wissen / Anreiz, dass ein Training der Beinkraft das Treppensteigen in den sechsten Stock und somit seine Unabhängigkeit, ermöglicht. Genauer am Beispiel der ICF: Eine Funktionsverbesserung durch ein Krafttraining und Gleichgewichtsschulung (Kräftigung und Koordination der beeinträchtigten Beinmuskulatur) verbessert die Beinfunktion (Beeinflussung der Behinderung / Invalidität) und ermöglicht es dem Patienten, wieder einkaufen zu gehen (Selbstversorgung, Aktivität). Ist der soziale Austausch mit Freunden ein inneres Bedürfnis des Patienten (intrinsische Motivation), könnte das Krafttraining der Beine bezüglich ICF (Funktionsverbesserung der geschädigten Struktur) auch ein Verlassen des Hauses ermöglichen, um Freunde zu treffen (Teilhabe am Leben).

Ein unbewusstes Krafttraining der Beine und eine Gleichgewichtsschulung erfolgt im Klettern durch die Hubarbeit des Körpers beim Höhersteigen an der Kletterwand und die Körperschwerpunktverlagerung beim unbelasteten Weitertreten und kann in der Folge die Gehfähigkeit der Person verbessern.

Die Motivation beim Klettern kommt aus den grundlegenden Perspektiven, der Sinnorientierung oder der Zielsetzung des Kletterns (Kapitel 3.2).

Rehabilitationssport

Das therapeutische Klettern befindet sich in der Schnittstelle von Sport und Therapie und kann sich somit in den Bereich des Rehabilitationssports einordnen lassen.

Rehabilitationsziele richten sich gemäß der ICF an dem gesamten Lebenshintergrund der betroffenen Menschen aus. Sie umfassen eine Stärkung von Kraft und Ausdauer, Verbesserung der Koordination und Beweglichkeit, aber auch die Stärkung des Selbstbewusstseins insbesondere auch von behinderten oder von Behinderung bedrohten Frauen und Mädchen (Kapitel 3.1 MS-typische Gynäkotropie). Rehabilitationssport ist

immer eine Hilfe zur Selbsthilfe und soll die Eigenverantwortung für langfristige, selbstständig, sportliche Aktivität fördern. Er entfaltet seine Wirkung mit den Mitteln des Sports und findet in einem Gruppentraining mit regelmäßig durchgeführten Trainingseinheiten statt²⁵². Um die sozialen und gruppenspezifischen Aspekte (Erfahrungsaustausch zwischen den Betroffenen, Selbsthilfegruppencharakter, etc.) zu nutzen, ist das Trainieren in festen Gruppen ein wesentlicher Bestandteil. Der Rehabilitationssport muss von einem Arzt verordnet und von der Krankenkasse genehmigt werden. Die regelmäßige Teilnahme muss von dem Patienten mit einer Unterschrift dokumentiert werden. Dann werden fünf Euro pro Termin bezuschusst.

Im Jahre 2010 haben die gesetzlichen Krankenkassen 134 Millionen Euro für den Rehabilitationssport und das Funktionstraining zusammen ausgegeben, das sind 31,4% mehr als im Jahr zuvor²⁵³. Zu bedenken ist, dass damit alle Bereiche des Rehabilitationssports und Funktionstrainings (Herz, Krebs, Rheuma, usw.) erfasst sind. Allein das Ausgabevolumen für MS-spezifische Medikamente umfasst laut Arzneimittelreport 2010 dagegen 156,5 Millionen Euro²⁵⁴.

Die MS gehört zu den Krankheiten, bei denen aufgrund der meist schweren Beeinträchtigung von Mobilität und Selbstversorgung (gemäß der ICF) und erforderlichen komplexen Übungsformen ein erweiterter Leistungsumfang mit einem Richtwert von 120 Übungseinheiten in einem Zeitraum von drei Jahren besteht. Der reguläre Leistungsumfang umfasst dagegen 50 Übungseinheiten in 18 Monaten. Aktuell besteht der Maßnahmenkatalog der als Rehabilitationssport anerkannten Sportarten nur aus klassischen Sportarten wie Gymnastik, Leichtathletik, Schwimmen und Bewegungsspiele in Gruppen²⁵². Das Einbinden von Übungsinhalten aus geeigneten anderen Sportarten ist allerdings möglich.

Nach den Vereinbarungen des Rehabilitationssports und Funktionstrainings (2012) sollte bei einem Gruppentraining die Anzahl von Menschen mit schweren Lähmungen oder anderen schwerstbehinderten Menschen nicht mehr als sieben Teilnehmer pro Übungsleiter betragen. Die grundsätzliche Anzahl der Teilnehmer pro Gruppe ist im Rehabilitationssport auf maximal 15 Teilnehmern begrenzt bzw. 12 Teilnehmern, wenn eine Stärkung des Selbstbewusstseins im Vordergrund steht. Die Dauer der Übungseinheiten im Rehabilitationssport umfasst mindestens 45 Minuten. Die Übungsleiter von Rehabilitationssportgruppen benötigen eine besondere Qualifikation, welche nach den Ausbildungsrichtlinien des Deutschen Behindertensportverbandes oder des Deutschen Olympischen Sportbundes durchgeführt werden muss und mit den Rehabilitationsträgern auf Ebene der BAR e.V. abgestimmt ist²⁵².

Langfristig gilt es zu klären, ob die Ziele des Rehabilitationssports durch das TK, welches die Bedingungen der Vereinbarungen erfüllen kann (Bsp. Gruppensetting, Stärkung von Kraft, Ausdauer, Koordination und Selbstwert, Hilfe zur Selbsthilfe), erreicht werden können.

4.2 Organisation und Belastungssteuerung im therapeutischen Klettern

Aus sportwissenschaftlicher Sicht wird das Therapeutische Klettern in *Bouldern* und die verschiedenen Formen des „*Seilkletterns*“ (Toprope, Vorstieg, Abseilen, Erlebnispädagogik, Hochseilgarten) unterteilt. Das Ziel beim Bouldern besteht aus der Lösung isolierter Kletterprobleme. Der Kletterer benötigt ein hohes Maß an Körperspannung und Muskelkraft. Beim Sportklettern mit Seilsicherung steht das Bewältigen einer längeren Route oder kritischen Situation im Vordergrund¹⁶. Es kann an künstlichen Kletterwänden oder draußen in der Natur geklettert werden. Die therapeutische Zielsetzung ist bestimmend für die Auswahl der Therapieform. Kombinationen und Übertragungen aus bekannten Konzepten, wie zum Beispiel aus der „Funktionellen Bewegungslehre“, „Propriozeptiven Neuromuskulären Fazilitation“ oder „Bobath“ aus der Physiotherapie, sind möglich²⁵⁵. In dem hier entwickelten Konzept für PmMS kommen die beiden Formen des therapeutischen Kletterns situationsspezifisch zur Anwendung.

Bouldern

Diese Form des Kletterns erfordert viel Stabilisierungs- und Haltearbeit. Das Bouldern ermöglicht ein systematisches, kontrolliertes und gezieltes Üben an einem bestimmten Problembereich²⁰⁴. Es wird eingesetzt, um Vorübungen für das Sportklettern mit Seilsicherung zu trainieren, im Grundlagentraining und zum Erarbeiten von Hauptbewegungen. Die Übungsintensität ist hoch. Verschiedene Spielformen und die Möglichkeit eines eigenständigen Übungsprogrammes ohne einen zusätzlichen Therapeuten sind hier realisierbar^{20,181,234}.

Das Setting kann sich an einer kleinen, raumhohen, gegebenenfalls neigbaren Wand, an einer Sprossenwand mit zusätzlichen Therapiekleterboards (Abbildung 5) oder speziellen Therapie- und Trainingsgeräten (Boulder©2008, Treadwall) in einem Rehabilitationszentrum, einer Praxis, einer Klinik, einer Kletterhalle oder im privaten Haushalt befinden. Ideal sind Wände mit einem Lochraster 15 x 15 cm (max. 30 x 30 cm) für die individuelle Anpassung der Griff- und Trittabstände¹⁷¹. Die Fläche der Wand sollte zwei mal zwei Meter betragen. Haben die Griffe und Tritte mindestens Sprossenwandniveau, sind sie mit normalen Hallenschuhen benutzbar^{20,181}. Das vereinfacht die Anwendung im Therapiealltag, reduziert aber den sportlichen Charakter des Kletterns. Weitere Therapieoptionen ergeben sich, wenn die Wand größer ist und die Griffe und die Neigung veränderbar sind. Die Anwendung des Boulderns in der Therapie beschreibt Scharler (2005) folgendermaßen: Durch einen spezifischen, methodisch-didaktischen Transfer von der Sportart zur Physiotherapie reduziert sich zunächst die Höhe der Therapiewand. Das verringert das Gefahrenpotenzial für den Patienten auf das Niveau einer funktionsgymnastischen Sprossenwandübung¹⁸⁶.

Da die Anschaffung einer eigenen Boulderwand weder teuer noch räumlich schwer zu realisieren ist und der Patient eigenständig trainieren kann, kommt diese Form in der Therapie häufig zur Anwendung. Gebouldert wird überwiegend bei orthopädisch-traumatologischen Störungen oder in der Arbeit mit Kindern. In das hier entwickelte Programm fließen immer wieder Übungen an der Boulder- / Sprossenwand zur Technikschiulung oder Festigung der vermittelten Inhalte.

Formen des Seilkletterns:

Beim Klettern mit Seilsicherung geht es im ersten Schritt um den Aufbau von Vertrauen (in das Material, den Sichernden und sich selbst). Im zweiten Schritt sorgt ein erfolgsorientiertes Klettern mit langsamer Steigerung der Höhe und Veränderungen der Routen für größere Anforderungen an die Bewegungspräzision und -ökonomie, eine Stärkung des Selbstbewusstseins und die Entwicklung eigener Problemlöseverfahren.

Toprope-Klettern bedeutet, dass der Kletterer permanent über eine Seilsicherung von oben gesichert ist¹⁶. Das Verletzungsrisiko durch einen Sturz ist vernachlässigend gering. In der Regel wird vertikal geklettert, außer bei Quergängen. Als Setting bedarf es einer höheren Kletterwand von mindestens acht Metern. Diese kann sich in einem Rehabilitationszentrum, einer Kletterhallen, Turnhalle oder in der Natur befinden.

Beim *Abklettern* findet eine Fokussierung auf eine gezielte, exzentrische Aktivierung der Muskulatur statt. Es kommt zu einer anderen Perspektive auf die Route. Anwendungsbeispiele für das Toprope-Klettern in der Therapie sind in der Arbeit mit Kindern, Menschen mit geistigen oder körperlichen Behinderungen, Sinnesbehinderungen, Menschen mit neurologischen Erkrankungen oder Suchterkrankungen zu finden.

Eingeschränkt therapiererelevant und in diesem Programm nicht verwendet, sind die beiden folgenden Formen des Seilkletterns.

Vorstiegsklettern: Dabei handelt es sich ebenfalls um vertikales Klettern, jedoch wird die eigene Seilsicherung beim Klettern selbst eingehängt. Das Vorstiegsklettern setzt gewisse Kenntnisse und das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und den Partner voraus. Das Risiko eines weiteren Sturzes ist gegenüber dem Toprope-Klettern erhöht.

Abseilen bedeutet das selbständige Ablassen des Kletterers von einem Fixpunkt. Das erfordert die Überwindung von Ängsten, Mut, Vertrauen in das Material und die eigenen Fähigkeiten.

Anwendungsbeispiele für diese beiden Formen in der Therapie können das Klettern mit chronisch Kranken (Langzeittherapie), Fortgeschrittenen in der Psychotherapie oder die Anwendung in der Erlebnispädagogik sein.

Um Kletterrouten im Sportklettern vergleichbar zu machen, werden, je nach Kletterregion, verschiedene Schwierigkeitsskalen verwendet. Am gebräuchlichsten ist in Europa die

UIAA–Skala. Sie reicht momentan von II – XII, dabei erfolgen Auf- bzw. Abwertungen der Schwierigkeit durch Ergänzen eines „+“ oder „-“, sowie Feinabstufungen wie beispielsweise „7+/8-“ (zwischen einer 7+ und einer 8-). Weitere gängige Skalen sind die französische, die amerikanische und die sächsische Skala²⁵⁶. Die schwierigsten, derzeit gekletterten Routen befinden sich im Bereich XII+ (UIAA-Skala). Tabelle 6 zeigt die Schwierigkeitsgrade und Inhalte²⁵⁶, sowie eine vom Autor dieser Arbeit eigene Ergänzung für die Anwendung in der Therapie mit PmMS.

Tabelle 6 Europäische Schwierigkeitsskalen im Klettern

Beschreibung der Skalen modifiziert nach Hauchecorne (2005)²⁵⁶; eigene Übertragung in die Therapie von PmMS, Expanded Disability Status Scale (EDSS), Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF)

UIAA Skala	Franz. Skala	Sächs. Skala	Beschreibung nach Hauchecorne (2005) ²⁵⁶	Therapeutisches Klettern für PmMS	zusätzliches Übungsmaterial
I	première classe	I	Kein leichtes Gehgelände mehr, einfachste Form der Felsklettere. Arme sind zum Erhalt des Gleichgewichts stützend, stemmend, greifend oder ziehend notwendig, Voraussetzung: Schwindelfreiheit, Schwierigkeit: gering	erste Gleichgewichtserfahrung, horizontales "Krabbeln", d.h. Übungen werden abgeleitet aus der Therapie (Bobath, Kreuzkoordination, PNF). Schulung der motorischen Grundfertigkeiten. Kurze Übungssequenzen. Bedingt geeignet für Rollstuhlfahrer (EDSS bis 5)	Parcour, Step, Gymnastikmatten, Theraband, schräge Ebene
II	deuxième classe	II	Beginn eigentlicher Klettere in Drei-Punkt-Haltung. Mitunter ausgesetzt. Seilsicherung für Anfänger am Fels unerlässlich, Schwierigkeit: mäßig	Intensivere Gleichgewichtsschulung und Rumpfarbeit, Übungen werden abgeleitet aus der Therapie (s.o.). Schulung der motorischen Grundfertigkeiten. Übungssequenzen werden länger. Bedingt geeignet für Rollstuhlfahrer (EDSS bis 5)	Parcour, Step, Gymnastikmatten, Theraband, Sprossenwand, Therapiekletterboards
III- III III+	troisième classe	III IV	Senkrechte Stellen erfordern bereits Kraftaufwand und Koordination. Teilweise sind schon mehrere Versuche für eine Stelle erforderlich. Zwischensicherungen an exponierten Stellen empfehlenswert, für erfahrene Kletterer ohne Seilsicherung möglich, Schwierigkeit: mittel	Geeignet für Anfänger und Fußgänger, bei Reibungsklettere / positiver Wandneigung Beineinsatz erforderlich (EDSS ≤ 5), Rollstuhlfahrer benötigen eine senkrechte Wand mit kurzem Trittabstand und großen Griffen (EDSS ≤ 7)	Sprossenwand, Balancepads, Theraband, Therapiekletterboards, Linien, Bälle für die Griffkraft (Flexoren + Extensoren)
IV- IV IV+	4 4b 4c	IV V	Art, Entfernung und Größe der Griffe und Tritte werden anspruchsvoll. An der Kunstwand hauptsächlich steile Wandklettere, am Felsen auch schwierige Strukturen wie Risse, Verschneidungen, etc. Wiederholtes Einüben von Bewegungsabläufen stellenweise schon erforderlich. Meist mehrere Zwischensicherungen an längeren Kletterstellen. Seilsicherung auch für geübte und erfahrene Kletterer. Schwierigkeit: groß	idealer Trainings- und Übungsgrad für PmMS (EDSS ≤ 7), größere Anforderungen an das Gleichgewicht, Kenntnisse und Einsatz kletterspezifischer Techniken erforderlich, hohe Motivation	Sprossenwand, Balancepads, Theraband, Sprossenleiter, Bälle, Therapiekletterboards, Slackline

V- V V+	5a 5b 5b/5c	VI	Zunehmend labile Gleichgewichtsposition, erhöhter Kraftaufwand ist nötig, Klettertechnik und Erfahrungen hilfreich, Reibungskletterschuhe ratsam. Zunehmende Anzahl von Zwischensicherungen sind die Regel. Schwierigkeit: hoch	anspruchsvoller Trainings-/Übungsschwierigkeitsgrad für PmMS (EDSS ≤ 7), Einsatz kletterspezifischer Technik nötig, individuelles Nutzen der vorhandenen Ressourcen, Grenzerfahrungen, Sturztraining	s.o.
VI- VI VI+	5c 5c+ 6a	VIIa, VIIb, VIIc	Komplexe Anforderungen an Kraft, Beweglichkeit, Koordination. Beginnende hohe Belastung der Finger durch kleinere Leistengriffe. Große Ausgesetztheit, oft verbunden mit kleinen Standplätzen. Oberste Grenze, die ohne Training mit mittlerer Kletterhäufigkeit erreichbar ist. Schwierigkeit: sehr hoch	Eingeschränkt und von wenigen Patienten gut durchzuführen (in der Regel EDSS ≤ 4), Techniktraining erforderlich, größeres Bewegungsrepertoire notwendig	nach Winter (2000) sind Leistungen ab dem VI. Schwierigkeitsgrad nur nach 1-2 jährigem Klettertraining zu erreichen
VII- VII VII+	6a+ 6b 6b+	VIIIa VIIIb VIIIc	Beginn der extremen Schwierigkeiten. Längere Passagen anhaltender Schwierigkeit erfordern Stehvermögen. Kurze Einzelstellen können erheblichen Kraftaufwand, gepaart mit Geschicklichkeit erfordern. Gezieltes Klettertraining zum Leistungserhalt nötig. Das Beherrschen ausgefeilter Sicherungstechniken ist unerlässlich. Schwierigkeit: äußerst hoch	In der Therapie selten und eher für junge, aktive und funktionell gering eingeschränkte Patienten geeignet, regelmäßiges Training nötig, höhere Eigenverantwortung fließender Übergang vom Therapieklettern zum Sportklettern	
VIII- VIII VIII+	6c/6c+ 7a/7a+ 7b	IXa IXb/IXc IXc	<i>Teilweise akrobatisches Können erforderlich. Nochmalige Abnahme der Tritt- und Griffgröße. Hoch entwickelte Bewegungsvorplanung und motorisches Gedächtnis sind unverzichtbar. Kontinuierliches Training nötig. Achtung: Verletzungsprophylaxe! Schwierigkeit: außergewöhnlich</i>	für die Therapie mit PmMS kaum mehr geeignet	
IX- IX IX+	7b+ 7c 7c+/8a	Xa Xb Xc	<i>Nur durch spezielles Training und durch außergewöhnlich große Kletterhäufigkeit erreichbar. Schwierigkeit: extrem</i>		
X- X X+	8a, 8a+/8b 8b+/8c	XIa XIb XIc	<i>Deutliche Zunahme der Durchschnittswandneigung. Aneinanderreihung immer häufigerer und längerer schwerer Einzelstellen. Gezieltes, periodisiertes, zeitaufwendiges Training nötig. Schwierigkeit: sehr extreme</i>		
XI- XI XI+	8c/8c+, 9a, 9a+		<i>Welterspitz, tage-, wochen- und monatelanges Routenstudium erforderlich. Ausnahmeathleten in Bestform vorbehalten. Schwierigkeit: äußerst extrem</i>		
XII- XII XII+	9b/9b+		<i>Spitze des derzeit Möglichen, Ausnahmerouten</i>		

Sicherheit

Schöffel et al. konnten in einer Untersuchung von 443 Kletterern zeigen, dass das Wettkampfklettern an künstlichen Kletterwänden ein gutes Sicherheitsprofil aufweist und

somit als sichere Sportart angesehen werden kann²⁵⁷. Umgerechnet kamen auf 1.000 Stunden Kletterzeit 0,08 Unfälle, wohingegen beim Fußball auf 1.000 Stunden Spielzeit 31 Unfälle kamen²⁵⁸. Eine genaue Absicherung der Situation und der bewusste Umgang mit dem Material sind erforderlich.

Bewegungssteuerung und Belastungsdosierung

Das Klettern zählt zu den Berg- und Natursportarten¹⁹³. Im Gegensatz zu anderen Sportarten kommt es beim Klettern nur zu einer Wechselwirkung des eigenen Körpers mit der Wand und der Schwerkraft. Es gibt keine Gegner wie in Mannschaftssportarten und keine zusätzlichen Geräte wie in Ball- und Schlägersportarten, die einen hinzukommenden Einfluss auf die Bewegungsgestaltung ausüben. Als Medium gibt es nur den Fels zu berücksichtigen. Wobei Seil und Sicherungsgerät in Notsituationen für eine Unterstützung und Absicherung sorgen.

Die Bewegungsdimensionen nach Winter (2000) zeigen die drei grundlegenden Möglichkeiten, durch die Trainingsgestaltung auf die Belastung im Klettern Einfluss nehmen zu können¹⁷⁶. Sie wurden hier mit Beispielen aus der Therapie ergänzt:

- die räumliche Dimension:

Bsp. Körperposition in Relation zur Wand, Amplitude, Bewegungsform, Richtung;

- die zeitliche Dimension:

Bsp. Bewegungsgeschwindigkeit, Dauer, Folgerichtigkeit, Rhythmus;

- die dynamische Dimension:

Bsp. Anspannen/ Entspannen, Akzente des Krafteinsatz (Agonist/Antagonist).

Räumliche Bedingungen:

Die räumlichen Bedingungen, d.h. die Gestaltung und Form der Kletterwand sind entscheidend für die Belastungsrichtung und -steuerung^{16,20,181}.

An einer *senkrechten Wand* erfolgt die Bewegung in der Vertikalen oder Horizontalen mit einer Stabilisations- oder Hubarbeit des eigenen Körpers gegen die Schwerkraft. Bis zu einer positiven Wandneigung von 90° dienen die Hände überwiegend der Aufrechterhaltung der Balance, weniger der Fortbewegung. Die Kletterbewegung geschieht überwiegend durch eine KSP-Verlagerung. Eine kontrollierte Verlagerung des Körpergewichts ermöglicht das unbelastete Weitertreten, sowie das Erlangen einer stabilen Gleichgewichtsposition²³⁴. Eine optimale Druckarbeit aus den Beinen und präzise Bewegungssteuerung wird ermöglicht. Dabei können unterschiedliche Gelenkwinkelstellungen in Armen und Beinen zum Einsatz kommen (Bsp. Froschposition). Ist der Tritt in etwa auf der Höhe des anderen Fußes und besteht ein optimaler Arbeitswinkel für den Einsatz der Streckerschlinge, kann der Körperhub vollständig aus beiden Beinen erfolgen.

Unter räumlichen Strukturen wie einer *Kante* oder durch eine *positive Wandneigung* wird eine Technik des „Ziehens“ über die Beine nötig, welche Zug- und Reibungskräfte erfordern. Dadurch wird der KSP zum Fels hin bewegt. Für ein effektives Ziehen über die Beine sind mittlere Gelenkwinkel günstig²¹⁵. Die Muskulatur kann ihre optimale Kontraktionskraft entfalten. Der horizontale Abstand des aktiven Gelenks zum Tritt wird geringer, wodurch die horizontale Kraft unter den Füßen größer werden kann. Der Kletterer kann über das Knie (vor die Fußspitze bringen), das Sprunggelenk (durch Strecken des Sprunggelenks, wenn im steilen Gelände Fels im Weg ist) oder mittels Hook (Winkel im Knie zwischen 70° und 110°) ziehen.

Vertikale Kanten können in der Therapie gezielt eingesetzt werden, um neurologische Patienten aus einem spastischen Muster (Flexion, Adduktion und Innenrotation) heraus zu holen. Die Beine müssen geöffnet und nach außen gebracht werden, um an der Kante eine stabile Position zu erlangen (Abbildung 4). Über die Aufgabe, den Zieltritt zu erreichen, wird das Bein bewusst angesteuert und in Abduktion und Außenrotation der Hüfte gebracht oder stabilisiert. Anschließend erfolgt eine Extension im Hüft- und Kniegelenk, um das eigene Körpergewicht gegen die Schwerkraft zu heben.



Abbildung 4 Einsatz der Wandstruktur als ergänzendes Therapie-Element
Ein spastisches Muster (s. rechtes Bein) kann mit Hilfe der Kante aufgelöst werden (Archiv Kern)

Beim Klettern in einer *negativen Wandneigung* (Überhang, Dach) wird der Körper aus einer vertikalen Position in eine horizontale Position gebracht und der KSP kommt in eine felsferne Position. Die entstandene Horizontalkraft wird durch eine Gegenkraft der Hände und Füße ausgeglichen. Bedingungen, um in einem Dach zu klettern, ist das Aufbauen einer Bogenspannung. Um einen Pendelschwung zu vermeiden, sollten Griffe und Tritte eng gesetzt und Druck über die Körperspannung entstehen. Es gibt auch die Möglichkeit, den Pendelschwung gezielt einzusetzen (im Dach drehen, Hook, Untergriff und normaler Griff mit Gegenzug)²¹⁵.

Bei *Kreuzzügen* erfolgt die Bewegungsausführung zur Seite. Diese lässt sich gut beim Bouldern üben und erfordert eine hohe posturale Stabilität, sowie eine freie Mobilität der Extremitäten.

Belastungsrichtung der Griffe:

Um das Ende einer Kletterroute erreichen zu können, erfordert es entweder eine aktive Bewegung des Körpers gegen die Schwerkraft nach oben oder zur Seite hin. Durch die verschiedenen Belastungsrichtungen eines Griffes werden unterschiedliche Muskelgruppen aktiviert. Diese können in der Therapie zielgerichtet eingesetzt werden. Die Belastungsrichtung am Griff „nach unten“ aktiviert den M. latissimus dorsi beim Ziehen nach unten, um den Körper nach oben zu bewegen. Die Belastungsrichtungen am Griff „nach oben“ und „zur Seite“ aktivieren die seitlichen Rumpfmuskeln (M. Quadratus lumborum, M. Obliquus externus und internus) zum Stabilisieren einer Position über die Bogenspannung des Körpers, so dass der Fuß neu positioniert werden kann. Die Griffarten geben also die Belastungsrichtung vor. Das Weitergreifen kann ohne („statisches Klettern“) oder schwungvoll mit einer Ausholbewegung („dynamisches Klettern“) erfolgen.

Tabelle 7 fasst einige der unzähligen Bewegungsmöglichkeiten unter verschiedenen räumlichen Bedingungen (Reibung / senkrechte Wand / Überhang / Sonderformen) zusammen und eröffnet den zielgerichteten Einsatz in der Therapie. Die qualitative und quantitative Gesamtbelastung wird durch die Belastungsnormative bestimmt. Dazu zählen die fünf Prinzipien der Trainingssteuerung, die auch im TK zum Einsatz kommen: Reizintensität, Reizdauer, Reizdichte, Reizumfang und Trainingshäufigkeit. Sie werden klassisch aus der allgemeinen Trainingslehre in die Therapie übertragen^{20,204,234}. Boulder- oder Kunstwände sind gut geeignet, die Rahmenbedingungen zu kontrollieren und denselben Zug mehrmals unter dem gleichen Aspekt zu trainieren.

*Tabelle 7 Motorische Zielsetzung im Klettern für Personen mit Multiple Sklerose
Zielsetzung, Bedingungen und Anwendung am Beispiel gängiger Klettertechniken, OE = obere Extremität, UE = untere Extremität, KSP (Körperschwerpunkt) (eigene Tabelle)*

TECHNIK	Bedingungen	Zielsetzung mit Belastungsart/-dosierung	Anmerkungen
Greifen / Treten	Unterschiedliche Griff- / Trittart und -abstände	- Der Abstand ist bestimmend für Bewegungsamplitude, Reichweite und Hubarbeit. - Die Körperposition erzeugt zusätzliche Drehmomente beim Abweichen vom Griff / Tritt aus der Vertikalen.	Ideal für die Anleitung und Dokumentation von systematischen Therapieprogrammen
Schwerpunktverlagerung	Unbelastetes Weitertreten	Rumpfarbeit, Spannungsaufbau, Gleichgewichts- / Gangschulung, Körperwahrnehmung (KSP)	Übertragung in Alltagsfunktionen, Fehler: „Offene Tür“
Frontal + Froschtechnik	Positive oder senkrechte Wandneigung, Überhang	Stabilisation: - Senkrechte OE, UE - Reibungsplatte: UE - Überhang: OE, Rumpf Mobilisation: UE, OE	Rollstuhlfahrer haben oft Schwierigkeiten mit einer positiven Wandneigung (Grenze herausfinden)
Eindrehen	Überhang	Stabilisation: OE, Rumpf Mobilisation: Wirbelsäule, OE	Verständnis für Klettertechniken
Reibungsklettern	Positive Wandneigung, Trittart und -position	Stabilisation: UE Gleichgewicht (KSP)	Bedingt für Rollstuhlfahrer geeignet
Umspringen	Senkrechte und positive Wandneigung	Stabilisation, Dynamik, Feinmotorik	Körperwahrnehmung notwendig
Spreizen, Stützen oder Stemmen	Verschneidung, Kamin	Stützfunktion, Belastungswechsel, Beinarbeit	Ideal für Rollstuhlfahrer und PmMS mit Gehhilfen
Gegendrucktechnik (Piazen)	Kante	Körperpositionierung, Spannungsaufbau, Rumpfarbeit, Koordination	Abwechslungsreich
Manteln	Überwinden von Absätzen oder Dächern	Stabilisation: Rumpf Mobilisation: UE	Schwierig, eher für Fortgeschrittene in der Therapie
Dynamisches Klettern (Schnappen, Dynamo)	Absätze, Dächer	Stabilisation: UE, Rumpf Bewegungspräzision, -innervation	Schwierig, eher für Fortgeschrittene in der Therapie
Überkreuzen von Armen und Beinen, Hangeln	Quergang	Stabilisation: Rumpf Mobilisation: UE, OE Verknüpfung beider Gehirnhälften	Alltagsanforderungen, Steigerung der koordinativen Anforderungen
Diagonal- / Passgangbewegung	Senkrechte Wand	Körperwahrnehmung, Ganzkörperkoordination	Alltagsanforderungen

Im Klettern können die Belastungszeiten sehr variabel gestaltet werden²⁰. Ein „Therapieboulder“ ermöglicht kontrollierbare Belastungsbedingungen, so dass sich hier individuelle Trainingspläne und -normative erstellen lassen²⁰⁴. Auch kann der Patient eigenständig nach diesen Vorgaben trainieren und so im „Bouldern“ mit einfachen Übungen die personalintensive Betreuung reduzieren. Einige Übungen lassen sich bedingt auch an der Sprossenwand trainieren.

Ergänzende Materialien und Anwendungsmöglichkeiten im TK^{171 20,233}:

- *Sprossenwand:*
Wenn möglich, sollte sie verstellbar für Überhangs- oder Reibungsklettern sein (80-120°) und zusätzlich mit einem mobilen Therapieboard (Abbildung 5) ausgestattet werden.
Bereich: Anfänger, Techniks Schulung, Systemtraining, Mobilisation, Stabilisation
- *Slackline, Balance-Balken / -Pads / -Seil / Bank, Bodenlinien, Kasten / Stepper:*
Die Geräte können separat zur spezifischen Gleichgewichtsschulung, dem Training der Achsenstabilität und Rumpfarbeit oder als Ergänzung in der Klettertherapie eingesetzt werden.
Bereich: Gleichgewicht, Körperspannung, Achsentraing, Konzentration
- *Strickleiter, Hänge-Seile*
Bereich: Rumpfarbeit, Überhang, Armkraft, Techniks Schulung
- *Bungee-Hopping / Tarzanschaukel*
Bereich: Kinder, Vertrauen, Angstabbau, Spaß, Reflexion
- *Fall-/Sturztraining*
Bereich: Angstabbau, Vertrauen, Kontrolle
- *Klettergarten, Hochseilgarten*
Bereich: Erlebnispädagogik, Motivation, Spaß



Abbildung 5 Eigene Therapieboards der TUM (Selbstentwickelt von Kern / Eberhardt)
Die drei verschiedenen Größen ermöglichen ein kletterspezifisches Arbeiten an der Sprossenwand über die Hände und / oder Füße mit unterschiedlichen Wandneigungen und Schwierigkeitsgraden (Archiv Kern)

Qualifikation:

Im TK werden zwei Kompetenzbereiche zusammengeführt. Neben den therapeutischen Fähigkeiten ist ein dezidiertes Fachwissen im Klettern notwendig. Vor allem beim Klettern

mit Seilsicherung erfordert die spezielle Situation der Höhe gesonderte Sicherheitsmaßnahmen.

Die Ausbildung in der *Kletterqualifikation* hängt von dem Anwendungsbereich (Bouldern oder Seilklettern) ab. Die verschiedenen Ausbildungsstufen bis hin zum Übungsleiter im Klettern können in Deutschland zum Beispiel über den deutschen Bergführerverband, den Deutschen Alpenverein (DAV) oder die Interessensgemeinschaft Klettern e.V. (IG Klettern) erworben werden. Auch existieren verschiedene Fortbildungsangebote im TK, die auch Grundkenntnisse im Klettern mitvermitteln. Ein hohes Verantwortungsbewusstsein, eine entsprechende Qualifikation und ein grundlegendes Bewegungsverständnis im Klettern sollten selbstverständlich sein. Qualitätskontrollen existieren noch nicht.

Die *medizinische Qualifikation* ergibt sich aus dem Indikationsbereich. In einer eigens dafür durchgeführten Online-Befragung von Trinks, Kern und Peters (2010) arbeiteten Berufsgruppen wie Physiotherapeuten (70,8%), Ergotherapeuten (26,2%), Sportwissenschaftler und Sporttherapeuten (35,6%), Sportlehrer und Pädagogen (13,8%) und Sonstige (21,5%) mit den Formen des therapeutischen Kletterns¹⁹⁰. Weitere Berufsgruppen umfassen Ärzte, Psychotherapeuten, Krankenpfleger, Sozialarbeiter oder Seelsorger^{20,171,179}.

4.3 Machbarkeitsanalysen

Klettern ist neu in der Therapie bei chronischen Erkrankungen^{1,2}. Im Jahr 2005 gab es weder wissenschaftliche Literatur, noch Fallberichte zum Toprope-Klettern bei PmMS. Die grundlegenden Rahmenbedingungen waren unklar und ein wissenschaftlich evaluiertes Therapiekonzept im therapeutischen Klettern mit PmMS wurde erstmals im Rahmen dieser Arbeit entwickelt. Nachfolgend werden die Vorarbeiten vorgestellt, die die Grundlage für das Kletterprogramm und dessen Evaluation bildeten.

In einer ersten Machbarkeitsanalyse (s. nachfolgend *1. Pilotstudie „Klettern mit MS“*²⁵⁹) wurden 2005 die Durchführbarkeit, sowie die möglichen Effekte von therapeutischem Klettern auf zehn PmMS evaluiert (Kern C. et al. 2006, unveröffentlichte Diplomarbeit Tobias Käser, 2005). Aus dieser ersten Studie entstand die Rehabilitationssportgruppe „MS on the Rocks“, die organisatorisch zum Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TUM e.V. (KTU) gehört. Diese Gruppe ermöglichte es dem Autor entscheidende Praxiserfahrungen mit den Patienten in der konkreten Anwendung des therapeutischen Kletterns zu sammeln.

In einer Fragebogenerhebung (s. nachfolgend 2. „*MS on the Rocks*“: *Selbsteinschätzung zum Therapeutischen Klettern*²⁶⁰) wurden die organisatorischen Bedingungen, sowie die subjektiven Veränderungen der Symptome und der Einfluss durch das Klettern in dieser Gruppe evaluiert.

Eine dritte Studie untersuchte das Problem einer Temperaturerhöhung durch das Klettern, um Rückschlüsse auf das Auslösen eines Uhthoff-Phänomens durch das Klettern zu ziehen und bei Bedarf die Bedingungen in der Klettertherapie anpassen zu können (3. „*MS on the Rocks*“: *Thermische Regulation*²⁶¹).

1. Pilotstudie „Klettern mit MS“²⁶²

Ziel der ersten Untersuchung war eine Prüfung der Machbarkeit eines therapeutischen Klettertrainings für PmMS. Auch wurden die subjektiven Auswirkungen durch das Training auf die Probanden erfasst. An sechs aufeinanderfolgenden Samstagen fand ein zwei- bis dreistündiges Klettertraining in der Halle bzw. draußen an einem Kletterturm statt. Das Klettern erfolgte im Toprope-Klettern unter Einhaltung gängiger Sicherheitsstandards. An der Studie nahmen sieben Frauen und drei Männer, in einem für die MS typischen Altersdurchschnitt von 38 Jahre und einem EDSS von 0-7 teil. Alle Probanden zeigten zuvor Interesse an körperlicher Aktivität, obwohl zu dem Zeitpunkt nur 50% der Probanden aktiv Sport ausübten. Neben der grundsätzlichen Realisierung dieses Konzepts, wurden die Auswirkungen mittels Selbstwahrnehmungsbögen („Wahrgenommene Körperliche Verfassung (WKV)“ und „Eigenzustandsskala (EZ)“ beschrieben in Kapitel 5.2.4), einer Beobachtung, Gruppenreflexion und individuellen Interviews untersucht. Abbildung 6 fasst die Ergebnisse der beiden Fragebögen WKV und EZ zusammen. Insgesamt zeigten sich eine hohe Motivation und subjektiv wahrgenommene Veränderungen in physischen sowie psychischen Parametern. Vor allem aber entstand der hoch motivierte Wunsch der Teilnehmer, diese Therapieform weiter auszuüben. Acht der zehn Probanden nahmen anschließend an dem vom Autor dieser Arbeit neu aufgebauten, regelmäßigen Training der Gruppe „MS on the Rocks“ im KTU teil.

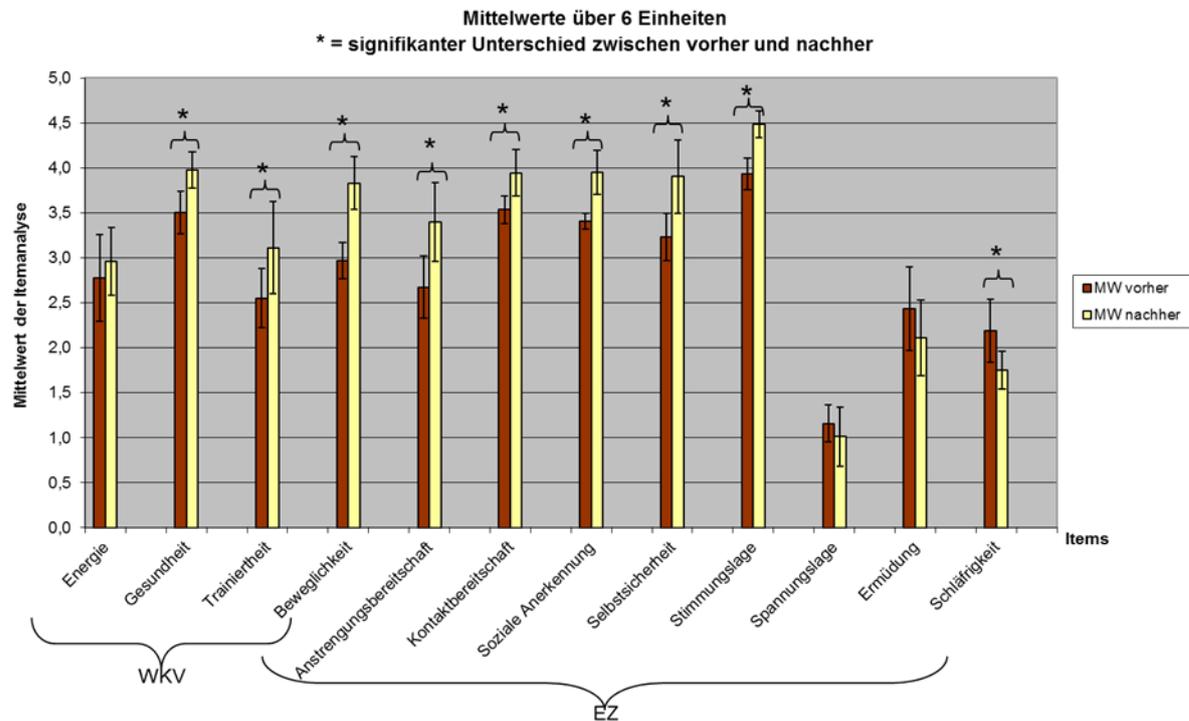


Abbildung 6 Pilotstudie: Darstellung der Item-Mittelwerte der beiden Befindlichkeitsfragebögen „Wahrgenommene körperliche Verfassung“ (WKV) und „Eigenzustandsskala“ (EZ) über den Untersuchungszeitraum von 6 Wochen

Zusammenfassung

- Therapeutisches Klettern mit Toprope-Sicherung ist für PmMS mit einem EDSS-Wert 0-7 gut geeignet.
- Es zeigten sich subjektiv wahrgenommene, positive Effekte auf der physischen und psychischen Ebene, vor allem der Beweglichkeit, Anstrengungsbereitschaft und Selbstsicherheit (Abbildung 6), erhoben durch Fragebögen und Interviews.
- Die Intervention konnte die PmMS zum Klettern motivierten.
- Darüber hinaus nahmen 80% nachfolgend an einem regelmäßigen, einmal wöchentlichen Training im therapeutischen Klettern teil.

2. “MS on the Rocks”: Selbsteinschätzung zum Therapeutischen Klettern

Langfristiges Ziel ist eine dauerhafte und regelmäßige Integration des TK in das tägliche Leben von PmMS (Kapitel 4.1). Bei den Teilnehmern der Gruppe „MS on the Rocks“ wurden mittels Selbsteinschätzung über einen selbst entwickelten Fragebogen subjektive Effekte des Klettertrainings und organisatorische Wünsche erfasst (unveröffentlichte Bachelorarbeit Raphael Weinberger, 2011). Als Einschlusskriterium mussten die Teilnehmer der Untersuchung mindestens seit sechs Monaten in der Gruppe klettern. Die

Ergebnisse dienen der Weiterentwicklung des Interventionskonzepts der vorliegenden Arbeit.

An der Befragung nahmen 34 Teilnehmer der Gruppe „MS on the Rocks“ mit einem Altersdurchschnitt von 48,7 Jahren teil. Der EDSS im Median betrug 4 (IQR 3; 6), die durchschnittlichen Krankheitsdauer umfasste 16 Jahre. Die Verteilung der Verlaufsform mit 44% RRMS, 35% SPMS und 21% PPMS zeigte einen etwas höheren Anteil an PmMS mit PPMS, als in dieser Population gängig (Kapitel 4.1.2). Alle Teilnehmer nutzten zusätzlich symptomatische Therapiemöglichkeiten wie Physiotherapie, Logopädie oder Hippotherapie. 32 Teilnehmer gaben an, zusätzlich zum TK sportlich aktiv zu sein (definiert mit mindestens 30 Minuten Sport pro Woche).

A) Organisationsstruktur des therapeutischen Kletterns und Motivation:

Um langfristig ein nachhaltiges und patientenorientiertes Training anbieten zu können, wurden der Wunsch der Studienteilnehmer (TN) zu der Häufigkeit, der Länge und den Kosten der Kletterintervention erfragt.

- Dauer pro Woche: Über die Hälfte der TN (56%) gaben an, einmal pro Woche, 38% zweimal und nur je ein Proband (3%) dreimal pro Woche, bzw. vierzehntägig klettern zu wollen.

Genannte Gründe dafür waren „Zeit für die Familie und Freunde“, „ausreichende Regenerationszeit“, „hoher Aufwand“ und „zusätzliche Kosten“.

- Zeitdauer pro Klettertermin: 74% der TN gaben an, zwei Stunden pro Termin klettern zu wollen.
- Anerkennung als Rehabilitationssport: 27 TN (79%) war die Anerkennung „sehr wichtig“, fünf TN 15% „wichtig“ und zwei TN 6% „weniger wichtig“ (Abbildung 7).
- Kosten: 50% der Befragten konnten sich vorstellen, „acht bis zehn Euro“, 44% „fünf bis sieben Euro“ und 6% „elf bis dreizehn“ Euro pro Termin für das TK auszugeben.

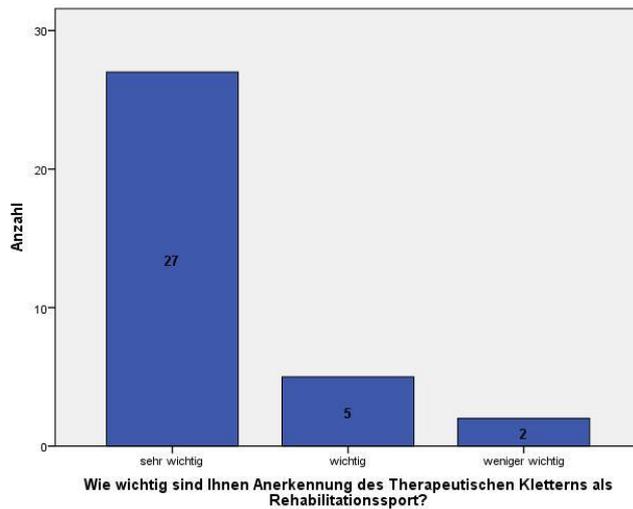


Abbildung 7 Machbarkeitsanalyse: Bedeutung des Therapeutischen Kletterns als Rehabilitationssport für die Teilnehmer

- Motivation: Die vier häufigsten Motive der Teilnehmer zum Klettern zu gehen waren: „Spaß an der Bewegung“ (82%), „Gesundheit“ (74%), „körperliche Fitness“ (71%) und „Treffen Gleichgesinnter“ (71%). Tabelle 8 stellt die prozentuale Verteilung der erhobenen Gründe einer Teilnahme am therapeutischen Klettern dar.

Tabelle 8 Machbarkeitsanalyse: Gründe für das therapeutische Klettern
Prozentuale Verteilung der Angaben der Teilnehmer der Gruppe „MS on the Rocks“

Gründe zum Therapeutischen Klettern zu gehen	Häufigkeit (%)	
	trifft zu	trifft nicht zu
Spaß an der Bewegung	82,4	16,6
Gesundheit	73,5	26,5
Gleichgesinnte treffen	70,6	29,4
Körperliche Fitness	70,6	29,4
Kontakt	64,7	35,3
Geselligkeit	52,9	47,1
Wohlbefinden	38,2	61,8
Ausgleich zur Arbeit	20,6	79,4
Entspannung	17,6	82,4

B) Subjektiv wahrgenommene Veränderungen durch das Klettern:

Mit Hilfe einer dreistufigen Skala (verbessert, nicht verbessert, nicht betroffen) wurden subjektiv wahrgenommene Veränderungen der Teilnehmer von gängigen Symptomen der Erkrankung MS erfasst (Tabelle 9). Betrachtet man nur die gültigen Prozent der von dem jeweiligen Symptom betroffenen PmMS, zeigten sich für den *motorischen Bereich* die größten Verbesserungen in der „Beweglichkeit“ (94%) und der „allgemeinen Koordination“ (83%). Im *psychischen Bereich* verbesserte sich die „Motivation“ bei 94% der TN, die „Stimmungslage“ bei 93% und das „allgemeine Vertrauen“ bei 90% („in sich

selbst“ 93% und „in andere“ 92%). Als übergeordneter Parameter verbesserte sich die „Lebensqualität“ um 94%. Bis auf die „allgemeine Koordination“ verbesserten sich diese Parameter bei allen davon betroffenen TN, ausgenommen zwei PmMS.

Tabelle 9 Machbarkeitsanalyse: Subjektiv empfundene, symptomatische Veränderungen durch das therapeutische Klettern
Angaben der Teilnehmern der Klettergruppe (n = 34), bei fehlenden Werten wurden die gültigen Prozent angegeben

Durch das Therapeutische Klettern beeinflusste Symptome	verbessert	nicht verbessert	nicht davon betroffen	fehlende Werte
Beweglichkeit	31 (91,2%)	2 (5,9%)	1 (2,9%)	
Lebensqualität	30 (88,2%)	2 (5,9%)	2 (5,9%)	
Motivation	30 (88,2%)	2 (5,9%)	2 (5,9%)	
Stimmungslage	28 (82,4%)	2 (5,9%)	4 (11,8%)	
Vertrauen in sich selbst	27 (79,4%)	2 (5,9%)	5 (14,7%)	
Koordination allgemein	25 (73,5%)	5 (14,7%)	4 (11,8%)	
Gleichgewicht	25 (73,5%)	7 (20,6%)	2 (5,9%)	
Kraftverlust der Beine	23 (67,6%)	4 (12,1%)	6 (18,2%)	1
Vertrauen in andere	23 (67,6%)	2 (5,9%)	9 (25,5%)	
Kraftverlust allgemein	21 (61,8%)	6 (17,6%)	6 (17,6%)	1
Kraftverlust Arme	19 (55,9%)	4 (11,8%)	11 (32,4%)	
Vertrauen allgemein	18 (52,9%)	2 (5,9%)	14 (41,2%)	
Kraftverlust Rumpf	17 (50,0%)	6 (17,6%)	11 (32,4%)	
Konzentration	14 (41,2%)	10 (29,4%)	10 (29,4%)	
Standsicherheit	14 (41,2%)	8 (23,5%)	3 (8,8%)	
Angst	13 (39,4%)	1 (3,0%)	19 (57,6%)	1
Spastik und Steifigkeit	13 (39,4%)	11 (33,3%)	9 (27,3%)	1
Orientierung	9 (27,3%)	7 (21,2%)	17 (51,5%)	1
Ataxie	7 (22,6%)	3 (9,7%)	21 (67,7%)	3
Fatigue	7 (21,9%)	11 (43,4%)	14 (43,8%)	2
Sensibilitätsstörung	6 (18,2%)	11 (33,3%)	16 (48,5%)	1
Blasen-/Darmstörung	5 (14,7%)	14 (41,2%)	15 (44,1%)	

Eine sechsstufige Skala („0 = trifft voll zu“ bis „5 = trifft gar nicht zu“) fragte gezielt Veränderungen bestimmter MS-typischer Parameter durch das Klettern ab (Tabelle 10). Werden die positiv gerichteten Werte (0, 1, 2) zusammengefasst, ergibt sich folgendes Bild: Von 34 TN hatten 28 TN den Eindruck, dass sich ihre *LQ verbesserte*, 27 TN erfuhren eine allgemeine *Veränderung ihrer Symptome* durch das Klettern. Für 25 TN veränderte sich ihr *Umgang mit der Krankheit* und verbesserte ihre *Stabilität im Stand*, 23 TN hatten den Eindruck, dass sich ihre *Gehfähigkeit* steigerte und 20 TN, dass sich die *Sturzhäufigkeit reduzierte*. Werden die TN der Untersuchung anhand der EDSS-Skala bezüglich des Schweregrades in „leichter Behinderungsgrad (EDSS ≤ 3,5; n = 7)“ und „mittlere Behinderungsgrad (EDSS 3,5-7,0; n = 15)“ unterteilt und werden dann die beiden Gruppen in Beziehung zu den Angaben gesetzt, zeigte sich bei der Gruppe mit einem „mittleren Behinderungsgrad“ eine signifikant höhere Reduktion der *Sturzhäufigkeit* (t-

Test, $p \leq 0,01$) bei einem starken Effekt (Cohens $d = 1,0$). In den anderen Parametern ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse.

*Tabelle 10 Machbarkeitsanalyse: Allgemeine Veränderungen durch das therapeutische Klettern
Verteilung der Antworthäufigkeit auf die vorgegebenen Veränderungsmöglichkeiten (Prozent)*

Aussage	trifft voll zu					trifft gar nicht zu
	0	1	2	3	4	5
Ich habe eine Veränderung meiner Symptome durch das Therapeutische Klettern (TK) erfahren.	14 (41,2%)	4 (11,8%)	9 (26,5%)	3 (8,8%)	4 (11,8%)	0 (0%)
Ich habe den Eindruck, dass sich durch das TK mein Umgang mit der Krankheit verändert hat.	11 (32,4%)	10 (29,4%)	4 (11,8%)	4 (11,8%)	4 (11,8%)	1 (2,9%)
Ich habe den Eindruck, dass sich durch das TK meine Lebensqualität verbessert hat.	14 (41,2%)	8 (23,5%)	6 (17,6%)	1 (2,9%)	3 (8,8%)	2 (5,9%)
Ich habe den Eindruck, dass sich durch das TK meine Stabilität im Stand verbessert hat.	14 (41,2%)	6 (17,6%)	5 (14,7%)	4 (11,8%)	4 (11,8%)	1 (2,9%)
Ich habe den Eindruck, dass sich durch das TK meine Gehfähigkeit verbessert hat.	7 (20,6%)	5 (14,7%)	11 (32,4%)	5 (14,7%)	4 (11,8%)	2 (5,9%)
Ich habe den Eindruck, dass sich durch das TK meine Sturzhäufigkeit reduziert hat.	7 (20,6%)	8 (23,5%)	5 (14,7%)	4 (11,8%)	5 (14,7%)	5 (14,7%)

Zusammenfassung:

- Zweidrittel der TN dieser Umfrage gaben an, zwei Stunden pro Termin ein bis zwei Mal pro Woche klettern zu wollen.
- Eine Umsetzung des TK für den Einzelnen ohne Anerkennung als Rehabilitationssport, scheint von der individuellen finanziellen Situation abhängig zu sein.
- Die TN der Gruppe „MS on the Rocks“ empfanden eine subjektive Verbesserung ihrer Symptome, vor allem im Bereich der Lebensqualität, Beweglichkeit, Koordination, Vertrauen, Stimmungslage und Motivation.
- Bei der Gruppe mit einem mittleren Behinderungsgrad ($n = 15$) reduzierte sich die Sturzhäufigkeit nach eigenen Angaben signifikant.

3. „MS on the Rocks“: Thermische Regulation

An 25 PmMS der Gruppe „MS on the Rocks“ wurde geprüft, ob das TK eine Erhöhung der Körpertemperatur zur Folge hat (Kapitel 3.1). Mit einem speziellen Ohrsensor wurde während des Kletterns die Körpertemperatur gemessen (unveröffentlichte Bachelorarbeit Michaela Graf, 2012). Da der Ohrsensor relativ neu auf dem Markt ist, erfolgte aus Validierungsgründen eine zusätzliche Messung der Körpertemperatur zu Beginn und am Ende der Kletterroute mit einem Infrarot-Ohrthermometer. Mittels Borg-Skala (Kapitel 6.2) schätzten die Probanden die individuell empfundene Anstrengung in der Route.

Es zeigten sich im Mittel der Temperaturmessungen mit dem Infrarot-Ohrthermometer keine höheren Werte nach dem Klettern (vor / nach: $MW 36,71^{\circ}C$, $SD 0,36$; / $MW 36,69^{\circ}C$, $SD 0,38$). Dagegen ergaben die Daten des Ohrsensors eine leichte Erhöhung der Temperatur nach dem Klettern (vor / nach $MW 36,54^{\circ}C$, $SD 0,34$; / $MW 36,61^{\circ}C$, $SD 0,40$). Die Körpertemperatur stieg bei den Messungen mit dem Ohrsensor bei 14 Probanden leicht an, bei acht Probanden kam es zu einem Temperaturabfall und bei drei Probanden konnte keine Temperaturdifferenz gemessen werden. Wenn eine Temperaturerhöhung vorlag, so überschritten die Werte, außer bei einem Probanden, nie die laut Literatur kritische Marke von $0,5^{\circ}C$.

Die durchschnittliche Zeitdauer in der Kletterroute betrug 7:07 Minuten. Ein Zusammenhang zwischen der Temperaturerhöhung und dem subjektiven Belastungsempfinden zeigte sich nicht. Das mittlere Anstrengungsempfinden lag bei einem Durchschnittswert von 14,7 auf der Borg-Skala. Es zeigte sich keine Korrelation zwischen einer Temperaturerhöhung und dem subjektiven Belastungsempfinden mit der Borg-Skala ($r -0,190$).

Zusammenfassung:

- Ein generelles Risiko der Temperaturerhöhung scheint nach eigenen Untersuchungen bei einer durchschnittlichen Verweildauer in der Kletterroute von 7 Minuten und mittleren Anstrengungsempfinden von 14,7 auf der Borg-Skala nicht zu bestehen.
- Differenziertere Untersuchungen zum Temperaturverhalten von Personen mit MS beim Klettern sind notwendig.

4.4 Interventionsprogramm „TKMS“

Das Therapieprogramm wurde eigens für die sechsmonatige Studie „*Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose*“ (TKMS) entwickelt. Es flossen neben der Aufarbeitung der vorhandenen Literatur die Ergebnisse aus den eigenen Vorarbeiten und die eigenen

therapeutischen Erfahrungen mit ein (Kapitel 4.3). Geklettert wurde ausschließlich in der Halle an einer 13 Meter hohen Kletterwand mit Seilsicherung. Durch das Setting in der Halle konnten die Umgebungsbedingungen konstant gehalten werden und das Risiko eines Uthoff-Phänomens, zum Beispiel durch direkte Sonneneinstrahlung, minimiert werden. Die ausgewählten Routen befanden sich in den „Schwierigkeitsgraden 3+ bis 5+“ der UIAA-Skala. Tabelle 4 in Kapitel 4.2 zeigt die europäischen Schwierigkeitsgrade aus dem Sportklettern mit dem Anforderungsprofil im Sportklettern. Die „Schwierigkeitsgrade 3 und 4“ der UIAA-Skala befinden sich im Anfängerbereich und erfordern Basisklettertechniken. Im „Schwierigkeitsgrad 5“ der UIAA-Skala benötigt der Kletterer ein anspruchsvolleres Bewegungsrepertoire, welches sich gut im TK mit PmMS umsetzen lässt²⁵⁶. Die Kletterwand der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften ist grundsätzlich für den Hochschulsport ausgelegt (ab Schwierigkeitsstufe UIAA 4). Für das Programm wurden zusätzliche Griffe und Tritte in zwei Routen eingeschraubt, um die räumlichen Voraussetzungen für alle Probanden zu gewährleisten.

Das TK in der Gruppe ist für PmMS bis zu einem EDSS-Wert von maximal 7 geeignet¹⁸². Ein Ziel der Entwicklung dieses Programms im TK für PmMS ist es, unterschiedlich stark betroffene Patienten in eine Gruppe zu integrieren. Die verschiedenen Schweregrade der Teilnehmer spiegeln den therapeutischen Alltags in der Betreuung von PmMS wieder. Zum Beispiel können sich PmMS im Rollstuhl von Fußgängern helfen lassen. Oder PmMS die weniger stark betroffen sind erleben Aktivitäten, die auch bei einem Fortschreiten der Krankheit möglich sind. Die Teilnehmer können sich gegenseitig motivieren und von den gruppenspezifischen Prozessen sowie dem sozialen Miteinander profitieren.

Die Anzahl der Teilnehmer und Therapeuten eines solchen Programms basiert immer auf den Vorgaben zu den Sicherheitsstandards im Klettern. Die Gruppengröße ist primär abhängig vom Schweregrad der Erkrankung der Teilnehmer. Zusätzlich entscheidet die Anzahl der Therapeuten über die Anzahl der Patienten pro Gruppe. Ein Betreuungsschlüssel von „ein bis vier Patienten“ auf „einen Therapeuten“ erweist sich beim TK als günstig bezüglich des Kosten-Nutzen-Faktors¹⁸². Die Gruppengröße in diesem Programm umfasst 12 Teilnehmer. Die Anzahl der Teilnehmer erfüllt die aktuellen Forderungen zur Gruppengröße aus der Rahmenvereinbarung für den Rehabilitationssport (Kapitel 4.1).

Klettern ist eine materialintensive und partnerabhängige Sportart. Das Programm ist so konzipiert, dass mindestens ein doppelqualifizierter Therapeut mit medizinischen Basiskompetenzen (zum Beispiel in der Physiotherapie oder Sportwissenschaften Schwerpunkt Prävention und Rehabilitation) und der Ausbildungsstufe des Kletterwandbetreuers (zum Beispiel DAV oder IG Klettern), sowie zwei weitere Personen mit medizinischen Basiswissen und Grundkenntnissen im Klettern eine Gruppe von 12

Patienten betreuen können. Für den Interventionszeitraum über sechs Monate standen zwei vollausgebildete Therapeuten und mindestens ein zusätzlicher Helfer zur Verfügung. Jeder Teilnehmer wurde wie folgt ausgestattet: Kletterschuhe, Klettergurt und bei Bedarf ein Brustgurt oder Bandschlingen. Gesichert wurde mit dem Vollautomaten „Eddy“ der Firma Edelrid. (Abbildung 8).



Abbildung 8 Automatisches Sicherungsgerät „Eddy“ der Firma Edelrid (Archiv Kern)

Der „Eddy“ erlaubt dem Therapeuten zwischendurch beide Hände zur Unterstützung zu benutzen, sowie eine Begleitung des Patienten in der Wand (Abbildung 9). Die gängigen Sicherheitsstandards im Klettern sind oberste Priorität und wurden zu jeder Zeit erfüllt.



Abbildung 9 Sicherungsgerät „Eddy“ in der Anwendung
Links: Handhabung des Sicherungsgerätes. Rechts: Hochsteigen eines Therapeuten zur Begleitung eines Patienten in der Wand (Archiv Kern)

Das Programm umfasste 22 Einheiten mit einer Gesamtzeit von zwei Stunden pro Einheit. So ergibt sich ein modellhaftes Zeitfenster von 20 Minuten pro Patient in einer Eins-zu-Eins-Betreuung an der Kletterwand und entspricht in etwa 2-3 Routen pro Einheit (Anhang A3). Dann verbleiben noch 40 Minuten gemeinsame Zeit für die Einführung, zum Auf-

und Abwärmen, für Zusatzaufgaben, Theorievermittlung oder soziale Interaktionsmöglichkeiten. Die Therapieform TK eröffnet grundsätzlich die Möglichkeit von sehr unterschiedlichen Belastungszeiten und Intensitäten, die abhängig von der Zielstellung und dem Zustand des Patienten sind (Kapitel 3). Im Toprope-Klettern kann die Zeit in einer Route von wenigen Minuten bis hin zu 30-60 Minuten pro Route dauern, da kleinere Pausen in der Wand jederzeit möglich sind. Eine Steuerung kann von außen durch den Therapeuten erfolgen.

Eine klassische methodische Gliederung der Einzelstunden in Einführungsphase, Aufwärmphase, Hauptteil und Abschlussphase wurde beibehalten. Für die Aufwärm- und Abschlussphase wurden jeweils maximal 10 Minuten geplant.

Das Programm wurde in vier Mikrozyklen unterteilt. Jeder Mikrozyklus bestand aus fünf bis sechs Einheiten. Vor und nach jedem Training wurden die eigene körperliche Verfassung über die Befindlichkeitsdimensionen der Fragebögen „Wahrgenommene körperliche Verfassung“ und „Eigenzustandsskala“ und eine persönliche Einschätzung der aktuellen Trainingseinheit erhoben. Ab der zweiten Einheit bewertete jeder Teilnehmer zusätzlich das eigene Anstrengungsempfinden innerhalb einer selbstgewählten Route anhand der Borg-Skala. Dadurch wurde dem Teilnehmer eine Selbsteinschätzung der persönlichen Kletterleistung bewusst gemacht. Videoaufzeichnungen an einer festgelegten Route ermöglichten nach der 9. und 18. Einheit eine individuelle und unabhängige Einschätzung der Kletterleistung durch den Patienten selbst.

Lernziele und Inhalte:

Der *erste Mikrozyklus* beinhaltete den Erwerb von Basiswissen zur Sportart Klettern mit dem Erlernen spezifischer Fähigkeiten und Fertigkeiten im Toprope-Klettern und dem Erfahren der eigenen körperlichen Voraussetzungen. Er beschäftigte sich inhaltlich mit der Material- und Knotenkunde, dem Partnercheck, den ersten Klettertechniken und dem Hinführen an die hohe Kletterwand. Auch das individuelle Erproben der Funktionen des eigenen Körpers und von Hilfsmitteln, wie eine Beinschlinge (zum Beispiel handelsübliches Hundehalsband), um ein schwaches Bein unterstützend hochzuheben oder ein Handschuh bei einer stark ataktischen Hand, wurden hier umgesetzt (Abbildung 10). Der allgemeine Fragebogen lieferte Grundinformationen zu dem Hauptproblem, so dass eine individuelle Zielstellung berücksichtigt werden konnte. Methodisch bestand die erste Einheit aus spielerischen Übungsformen zum Erlernen des Sicherungsknotens und dem ersten Versuch, die Wand zu bezwingen. Die zweite Einheit diente überwiegend der Festigung der Inhalte aus der ersten Einheit und dem gegenseitigen Kennenlernen der TN. In den folgenden drei Einheiten wurden Klettertechniken auf dem individuellen Fertigungslevel erarbeitet.



Abbildung 10 Hilfsmittel beim Klettern

Links: Heben des Beines mit der Hand über eine zusätzliche Beinschlinge. Rechts: Besserer Halt für die ataktische Hand über einen Handschuh (Archiv Kern)

Neben einer Schulung der individuellen Technik, enthielten die weiteren drei Mikrozyklen folgende Schwerpunkte:

- *zweiter Mikrozyklus*: „Gleichgewichtsschulung an der Kletterwand“;
methodische Vorgaben: Verlagern und Ausbalancieren des Körperschwerpunkts,
- *dritter Mikrozyklus*: „Koordinationstraining mit Hilfe verschiedener Klettertechniken und die Schulung der Bewegungspräzision“;
methodische Vorgaben: Erwerb neuer Tritt-Griff-Kombinationen und die Verbesserung der Tritt-Griff-Koordination,
- *vierter Mikrozyklus*: „Kräftigung durch das Klettern und eine Schulung der Dynamik in der Bewegung“;
methodische Vorgaben: Steige-Bewegung aus den Beinen und Rumpfarbeit im Überhang, Training dynamischer Kletterstellen mit Temposteuerung.

Die detaillierten Lernziele und Inhalte befinden sich im Anhang A3.

Die Mikrozyklen bauen aufeinander auf und integrieren die erworbenen Kenntnisse in die jeweils nächste Ebene. Die motorischen und psychischen Fertigkeiten und Fähigkeiten der PmMS werden aufgrund der Erkrankung meist unterschiedliche Entwicklungsstufen aufweisen, so dass die Gruppe weder aus trainingsmethodischer, noch didaktischer Sicht als homogene Gruppe angesehen werden kann. Das konkrete methodische Vorgehen musste sich daher aus der jeweiligen Situation und den individuellen Möglichkeiten und Fähigkeiten der Teilnehmer ergeben. Genau diese Flexibilität und die Anpassungsmöglichkeiten im Klettern sind Vorteile dieser neuen Therapieform. Zusätzlich zu den verschiedenen Ausprägungen der Erkrankung MS, beeinflussen die Unterschiede

der einzelnen Probanden bezüglich Vorerfahrung, sowie Häufigkeit und Regelmäßigkeit ihrer sportlichen Aktivität das Kletterprogramm.

Die genutzten Routen entsprachen Routen im Anfängerbereich, ließen sich aber leicht an die sportlicheren Probanden anpassen. Einige Möglichkeiten, um die physischen oder psychischen Anforderungen in ein und derselben Route an die individuelle Zielsetzung anzupassen, sind:

- Das Klettern einer Route bunt, ohne dabei auf die Farben der Griffe zu achten („Haribo-Klettern“).
- Das Durchsteigen der gleichen Route ohne Pause.
- Die Vorgabe einer bestimmten Farbe oder Farbkombinationen für den Schweregrad der Route (Trennung der Farbcodierung von Händen / Füßen).
- Einsatz der Wandstruktur als Trittmöglichkeit.
- Die Vorauswahl bestimmter Griffe / Tritte.
- Zusatzaufgaben wie „Blindklettern“ oder „Abklettern“.

Jede Route ermöglicht somit auch eine patienten- und situationsspezifische Anpassung der Belastungsintensität.

Die Zielvorgabe im Klettern erfüllt die Bedingungen eines „taskorientierten Trainings“, dass das Bewältigen einer Route in den Vordergrund stellt. In der neurologischen Rehabilitation kommt dem *systemorientierten Konzept* nach Carr und Shepard (1982) eine hohe Bedeutung zu, welches sich an den Alltagsanforderungen des Betroffenen orientiert und selbständig durchführbare Bewegungen schult (aus ⁶¹). Zu den Bestandteilen gehört die sogenannte „hands-off-Konzeption“, ein repetitives Üben, das Training unter Alltagsanforderungen und das beständige Steigern der Schwierigkeit. In der Therapie bei PmMS findet sich das Konzept zum Beispiel in einem strukturierten Gehtraining, in Gleichgewichtsprogrammen oder einem Greiftraining wieder⁶¹. Das systemorientierte Konzept lässt sich auf das TK bei PmMS übertragen. Eine Schulung des Bewegungsablaufes kann bei Bedarf zuerst gezielt mit Unterstützung des Therapeuten („hands-on“) erfolgen, um die Motivation und Zielerreichung zu gewährleisten. Ein sukzessiver Abbau der Unterstützung ermöglicht die eigenständige Bewegungsdurchführung („hands-off“).

Abschließend erfolgt eine Übertragung des systemorientierten Konzeptes gemäß der ICF-Anforderungen in das therapeutische Klettern am Beispiel einer MS-typischen Problematik: „Anheben des Beines und Positionieren des Fußes“.

Aufgabe:

Der Fuß muss auf einen Tritt gesetzt werden, um die gewählte Route zu bewältigen. Ein Therapeut kann zu Beginn bei Bedarf die Bewegung faszilitieren, um den Fuß genau auf diesen Tritt zu setzen und dort zu stabilisieren.

Ziel:

- Eigenständiges Heben des Beines, Positionieren und Stabilisieren des Fußes. Bei Bedarf können Hilfsmittel (Beinschlaufen) in der Kletterwand eingesetzt werden, so dass der Fuß mit Hilfe der eigenen Hand platziert werden kann („Hands-off“).
- Die Bewegungsabfolgen „Heben des Beines“, „Positionieren des Fußes“ und „Stabilisieren der Position“ werden bei jedem Tritt erneut geschult (repetitives Üben).
- Die Route mit dem Trittabstand wird verändert, so dass die Anforderungen an den Bewegungsablauf steigen (Variation, Steigerung der Schwierigkeit).
- Anschließend kann an einer ausgewählten Situation die Übertragung in den Alltag erfolgen: Das Steigen auf einer Treppe nach oben (Alltagssituation).

Da die Sportart Klettern die sportmotorischen Grundeigenschaften wie Kraft, Koordination, Beweglichkeit und Ausdauer auf dem jeweiligen individuellen Aktivitätslevel schult, eröffnet das Klettern einen Spielraum für die Bewegungsentwicklung unter individuellen, therapeutischen Aspekten. Die in der Eins-zu-Eins-Situation an der Kletterwand gestellten therapeutischen Aufgaben bauen immer auf den Wirkprinzipien des Kletterns auf (Kapitel 3.2). Hervorgerufen durch die Eigenschaften des Kletterns erfolgt zu jeder Zeit eine Schulung der Eigenverantwortung und des Vertrauens in sich selbst und andere. Das TK ermöglicht auf der sozialen Ebene Interesse an einer gemeinsamen Thematik zu entwickeln.

Obwohl das Interventionsprogramm ein offenes Konzept verfolgt, ist es aufgabenorientiert („Ziel ist das Klettern einer Route“), herausfordernd („individuelle Leistungsgrenze kann auf jedem Niveau erreicht werden“), qualifizierend („Sicherheitskenntnisse und Lernen neuer Klettertechniken“) und intensiv („kleine Gruppe, Eins-zu-Eins-Situation an der Kletterwand“).

Die Ziele und Inhalte des Programms wurden aus dem methodisch-didaktischen Ausbildungskonzepten im Klettersport^{16,176,193,17,224}, den Therapiezielen und Bedürfnissen der Patienten, den Ergebnissen der Pilotprojekte (Kapitel 4.3) und der eigenen Erfahrung im TK mit den Teilnehmern der Gruppe „MS on the Rocks“ abgeleitet. Zuvor existierte kein derartiges Interventionsprogramm im Toprope-Klettern für PmMS. Nach den beiden ersten Einheiten, die sich relativ eng an dem geplanten Konzept orientierten, wurde jede weitere Einheit in dem aufgestellten Rahmen individuell an die Bedürfnisse der TN angepasst. Die flexible Gestaltung der einzelnen Stunden erlaubt eine Ergänzung

spezifischer Inhalte, die durch den Zustand der Person, sowie die therapeutischen und sportwissenschaftlichen Ziele gefordert werden. Die Inhalte wurden im Anschluss an die jeweilige Einheit dokumentiert. Der Verlaufsplan mit Übungsbeispielen befindet sich im Anhang A3.

5 Methodik

5.1 Studiendesign

Der experimentelle Teil gliedert sich in zwei Bereiche: Der randomisiert-kontrollierte Abschnitt „*Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose*“ (TKMS) mit 22 Einheiten über sechs Monate und den *Follow-up* über drei Jahre. Der randomisiert-kontrollierte Abschnitt der Studie wurde im Zeitraum 10/2009 bis 5/2010 an der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften der Technischen Universität München durchgeführt. Eine anschließende Integration des Programms mit fortlaufender Datenerhebung für den Follow-up konnte im Rahmen des Kuratoriums für Prävention und Rehabilitation der TUM e.V. ebenfalls an der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften erfolgen. Die letzten Daten, die in diese Studie mit einfließen, stammten von 2/2014.

Da die Studie außer durch die Unterstützung der TUM und des KTUs ohne externe finanzielle Hilfe durchgeführt wurde, mussten die Testverfahren ökonomisch bezüglich Kosten und Personal sein. Die Studienleitung sowie die Neurologin blieben während sämtlicher Untersuchungen identisch. Sie waren nicht zu allen Messzeitpunkten verblindet. Die zusätzlichen ehrenamtlichen Assistenten an den Messzeitpunkten änderten sich während den Untersuchungen.

Als klinischer Endpunkt werden als übergeordneter Parameter die Veränderung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, sowie kognitive, motorische (Gehfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Feinmotorik) und psychosoziale Parameter (Fatigue, Selbstwert und Selbstwirksamkeit) geprüft. Abbildung 11 zeigt die verschiedenen Messzeitpunkte der beiden Studienabschnitte, sowie die erhobenen Parameter und Fallzahlen. Nachfolgend werden die beiden Studienabschnitte näher erläutert.

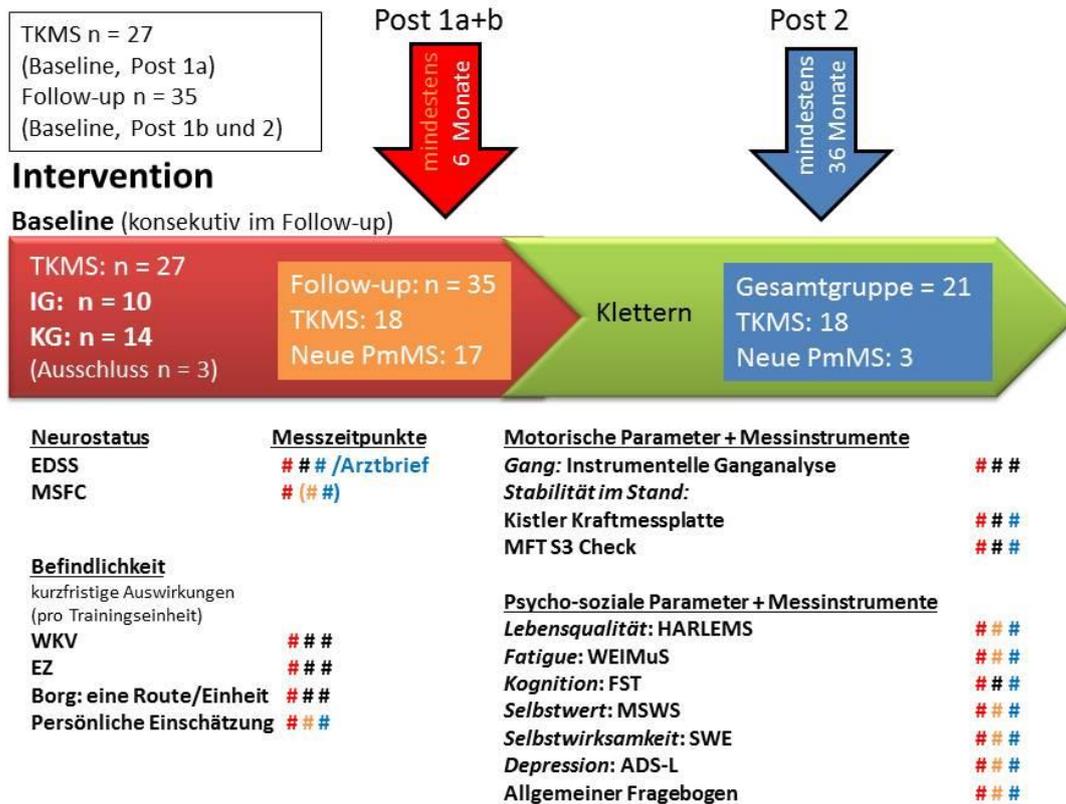


Abbildung 11 Testverfahren der beiden Studienabschnitte im Zeitverlauf

Die Farben symbolisieren die Messzeitpunkte mit den entsprechenden Testverfahren: Expanded Disability Status Scale (EDSS), Wahrgenommene Körperliche Verfassung (WKV), Eigenzustandsskala (EZ), Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC), Hamburger Lebensqualitätsfragebogen bei Multiple Sklerose (HARLEMS), Würzburg Fatigue Inventory for Multiple Sclerosis (WEIMuS), Faces Symbol Test (FST), Multidimensionale Selbstwertskala (MSWS), Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Allgemeine Depressionsskala-Lang (ADS-L); Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Personen mit Multipler Sklerose (PmMS)

5.1.1 Sechsmonatigen Interventionsstudie „TKMS“

Die Studie „Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“ (TKMS) basiert auf einem randomisiert-kontrollierten Prä-Post-Testdesign mit zwei Untersuchungsterminen (Abbildung 11). Die Untersuchungen fanden unter standardisierten Bedingungen im ‘Bayerischen Forschungs- und Technologiezentrum für Sportwissenschaft (BFTS)’ der TUM in klimatisierten Räumen statt. Die Gesamtzeit der Untersuchungen pro Proband und Termin sollte die Dauer von drei Stunden einschließlich Pausen nicht überschreiten, um einer exzessiven Fatigue der Probanden an den einzelnen Messzeitpunkten entgegen zu wirken. Die tatsächliche Zeitspanne war abhängig vom Zustand des Patienten und variierte zwischen zwei und drei Stunden. Sie umfasste die neurologische Untersuchung, aktiven Tests sowie das Ausfüllen der Fragebögen. Der Ablaufplan für die Messungen war einheitlich strukturiert und vorab bekannt. Die Probanden wurden so eingeteilt, dass die Messzeitpunkte der Baseline- und Postmessung annähernd identisch waren. Gestaltung und Ablauf der Untersuchungen war bei den Postmessungen gleich.

Nach den ersten Untersuchungen führten die Probanden der Interventionsgruppe das neu entwickelte (Kapitel 4.4), im Anhang A3 dokumentierte Kletterprogramm über sechs Monaten durch. Um die gleichen Informationen zum Stundenablauf und Studienprocedere zu gewährleisten, war der erste Termin für alle Teilnehmer verpflichtend. Fehlzeiten durch Krankheit oder aus persönlichen Gründen sind über einen so langen Zeitraum und bei einer chronisch-progressiven Erkrankung aus anderen Studien bekannt, so dass eine Mindestteilnahme von 18 Einheiten festgelegt wurde. Das Interventionsprogramm umfasste ursprünglich 20 Trainingseinheiten à zwei Stunden, wurde zu Beginn um zwei Einheiten auf 22 Trainingseinheiten erweitert, da zwei Probanden schon vor der Intervention unvermeidbare Fehlzeiten bekannt gaben.

Für die Intervention standen die Kletterwand, die Sprossenwand und der Boulderbereich der Leichtathletikhalle der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften der TUM zur Verfügung. Das Trainingsprogramm fand einmal wöchentlich samstags zwischen 14.30 und 16.30 Uhr statt. Parallel zur ersten Stunde jeder Einheit konnten auch Kletterer des offenen Programms des Hochschulsports die Kletterwand nutzen. Das Klettertraining ermöglicht einen Intervallcharakter, so dass individuelle Pausen jederzeit möglich waren. Tabelle 11 zeigt in einer Übersicht die Organisationsstruktur des Interventionsprogramms.

*Tabelle 11 Organisationsstruktur des entwickelten Kletterprogramms „TKMS“
Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der Technischen Universität München e.V. (KTU),
Technische Universität München (TUM)*

Interventionsprogramm „TKMS“	Organisationsstruktur
Zeitplan	samstags, einmal pro Woche, 14.30-16.30 Uhr
Zeitdauer der Intervention	6 Monate, geplante Einheiten 20 (erweitert auf 22), 11/2009-05/2010; regelmäßige Teilnahme an 18 Einheiten gefordert
Gruppengröße	Anzahl der Patienten: n = 12
Zeitdauer der Einheit	zwei Stunden
Inhalt	4 Mikrozyklen (A-D) A: Basiswissen im Klettern (Einheit 1-5) B: Gleichgewicht (6-10) +1 C: Koordination (11-16) D: Kraft (16-20) +1
Ort	Kletterwand in der Leichtathletikhalle, TUM Campus im Olympiapark, Connollystr. 32, 80809 München
Material	Gurte, Kletterschuhe, Seile, Sicherungsgeräte („Eddy“), Bandschlingen, Kleingeräte (Theraband, Luftballons), individuelle Hilfsmittel (Hundehalsband zum Heben des Beines, Handschuhe)
Versicherung	Klassische Sportunfallversicherung durch das KTU
Kosten	25,- €/h für einen Therapeuten, zusätzliche Volunteers, Versicherung KTU, Material und Miete TUM
Patienteninformation	Schuhgröße, medizinische Anamnese (zum Beispiel Gehfähigkeit: Anzahl der Fußgänger, Fußgänger mit Gehhilfe, Rollstuhlfahrer)
Therapeuten	zwei doppelt qualifizierte Therapeuten (C. Kern, C. Schaub), ein bis zwei zusätzliche, klettererfahrene Personen (Sportstudierende des Studienschwerpunkts Prävention und Rehabilitation)

5.1.2 Dreijahres-Follow-up

Die Langzeitstudie umfasst ein Ein-Gruppen-Prä-Post-Testdesign mit drei Messzeitpunkten. Nach den Baseline-Messungen erfolgte die Katamnese nach mindestens 6 und 36 Monaten Kletterzeit. Rekrutiert wurden die Teilnehmer aus dem ersten, randomisiert kontrollierten Abschnitt (sechs Monate, Interventions- und Kontrollgruppe), sowie weiteren PmMS, die seit Ende des ersten Studienabschnittes 2010 konsekutiv in die Gruppe „MS on the Rocks“ aufgenommen wurden und regelmäßig, einmal pro Woche, in diesem Programm, kletterten. Die Inhalte des regelmäßig durchgeführten Trainings im KTU der Gruppe „MS on the Rocks“ wurden auf das Kletterprogramm abgestimmt und mit den Erfahrungen aus dem ersten Studienabschnitt ergänzt.

Die erhobenen Untersuchungsparameter wurden angepasst, so dass im Follow-up neben dem *Multiple Sclerosis Functional Composite* Fragebögen zur *Lebensqualität*, *Fatigue*, *Selbstwirksamkeit*, *Selbstwert* und *Depression* an den verschiedenen Messzeitpunkten erhoben worden sind (Abbildung 11). Die motorischen Parameter für die Stabilität im Stand konnten nach 36 Monaten erneut bei den verbliebenen Teilnehmern der ersten Studiengruppe erfasst werden. Die Untersuchungen wurden jeweils zu Beginn der Klettereinheit im Seminarraum der Leichtathletikhalle der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften oder dem ‚BFTS‘ erhoben.

5.1.3 Studienpopulation

Die initiale Patientenrekrutierung begann nach einem Medienbeitrag im bayerischen Fernsehen über die Klettergruppe „MS on the Rocks“. Verschiedene Ansprechpartner, wie niedergelassene Neurologen (NeuroTransConcepts), das Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der Technischen Universität München e.V. (KTU) und die Deutsche Multiple Sklerose Gesellschaft e.V. (DMSG) informierten Personen mit MS in München und Umgebung. Die Ansprechpartner stellten den interessierten PmMS das Studiendesign und Interventionsprogramm durch einen Flyer (Anhang A1) und/oder zusätzliche verbale Informationen vor. So konnten nach drei Monaten 35 PmMS, denen ein regelmäßiges Training über sechs Monate möglich erschien, rekrutiert werden. Anschließend informierte eine Veranstaltung die 35 Interessenten detailliert über das Interventionsprogramm, die Untersuchungen und möglichen Risiken. 32 Patienten wurden anschliessend in eine Patientendatei aufgenommen und vor Studienbeginn kontaktiert. Letztendlich konnten 27 Personen mit MS für die Studie rekrutiert werden. Zwei Patienten schlossen aus Zeitgründen eine regelmäßige Teilnahme aus, zwei Patienten befanden sich im Interventionszeitraum in einer stationären Rehabilitation und ein Patient musste aufgrund eines Umzuges absagen.

Eine Randomisierung der Studienteilnehmer in Interventions- (IG) oder Kontrollgruppe (KG) im ersten Studienabschnitt erfolgte per Losverfahren. Lose mit den Identifikationsnummern (ID) wurden blind aus einer Box gezogen und abwechselnd der IG oder KG zugeordnet. Begonnen wurde mit der Kontrollgruppe. Die Sicherheitsstandards im Klettern und organisatorischen Bedingungen erlauben nur eine bestimmte Gruppengröße (Kapitel 4). Nachdem 12 Probanden der IG zugeordnet waren, wurden die verbliebenen Probanden der KG zugeordnet.

Nach einem klärenden Einzelgespräch mit Möglichkeiten für Fragen seitens der Probanden und einer schriftlichen Information zu der Studie, unterschrieben alle Teilnehmer die Einverständniserklärung (Anhang A2). Ein Beenden der Teilnahme an der Studie war jederzeit, ohne Angabe von Gründen, möglich. Alle Daten wurden anonymisiert und unter Berücksichtigung der Deklaration von Helsinki verwendet.

Folgende *Einschlusskriterien* waren für die sechsmonatige Intervention definiert worden:

- ‘gesicherte Diagnose der MS’ (nachgewiesen durch den Arztbrief);
- ‘Alter zwischen 18 und 65 Jahren’;
- ‘keine Klettererfahrung’;
- ‘Werte zwischen 1 und 7 auf der EDSS’;
- ‘unabhängig mobil’, so dass es den Teilnehmern ohne Aufwand möglich war, den Studienort der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften (TUM) am Sport Campus im Olympiapark zu erreichen

Eine Voraussetzung war, dass kein Teilnehmer schwere kardiovaskuläre, pulmonale oder metabolische Störungen, sowie andere gravierende medizinische Beeinträchtigungen (wie starke Osteoporose, Krebs im Akutstadium, schwerwiegende Psychosen) aufwies.

Ausschlusskriterien

Die Probanden wurden von der Studie ausgeschlossen, wenn:

- ‘ein Schub im Interventionszeitraum stattfand’;
- ‘die erste Klettereinheit verpasst wurde’;
- ‘insgesamt weniger als 18 Trainingseinheiten wahrgenommen werden konnten’.

Die Einschlusskriterien blieben für den Follow-up erhalten. Die neuen Probanden wurden konsekutiv nach Anfrage aufgenommen.

Die Probanden der Studie „TKMS“ wurden gebeten, ihre Alltagsaktivität sowie den Therapieverlauf während dem Interventionszeitraum von sechs Monaten nach Möglichkeit nicht zu verändern. Aus ethischen Gründen erhielt die Kontrollgruppe nach sechs Monaten ebenfalls die Möglichkeit, an dem Kletterprogramm teilzunehmen. Abbildung 12 zeigt das Flussdiagramm der Probanden für die sechsmonatige Intervention „TKMS“ und den Follow-up.

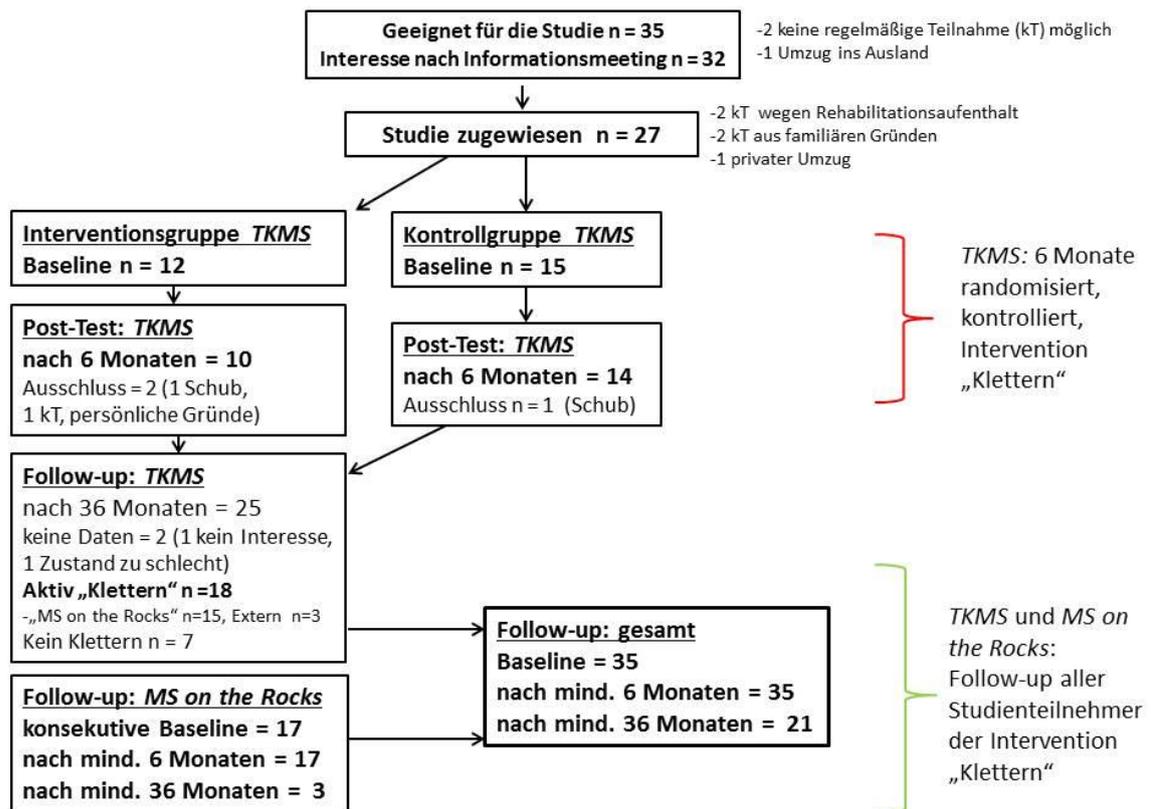


Abbildung 12 Flussdiagramm der Ein- und Ausschlüsse der Probanden beider Studienabschnitte „Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“ (TKMS), keine regelmäßige Teilnahme (kT)

5.2 Untersuchungsparameter

Alle verwendeten Messinstrumente und Fragebögen sind standardisiert, weisen gute psychometrische Werte auf und wurden nach den vorgegebenen Protokollen angeleitet.

5.2.1 Neurologischer Status

Die Baseline-Untersuchung der Studie „TKMS“ umfasste eine Anamnese und neurologische Untersuchung mit der *Expanded Disability Status Scale (EDSS)* sowie den *Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC)*. Zusätzliche Informationen lieferte der letzte Arztbrief. Die beiden verwendeten Testskalen sind speziell für PmMS entwickelt worden. Sie sind standardisiert, klinisch erprobt, ökonomisch und zeigen gute psychometrische Werte^{56,263,264}. Dieselbe Neurologin und Physiotherapeutin führten die Untersuchungen in der Studie TKMS an der Baseline und Postmessung (1a) durch.

Allgemeiner Fragebogen

Der allgemeine Fragebogen umfasste insgesamt 24 offene und geschlossene Fragen zu demographischen und krankheitsspezifischen Angaben. Erhoben wurden zu Beginn der Studie neben den Daten zu Krankheitsverlauf und -aktivität, Zusatzerkrankungen und aktueller Therapie auch interventionsspezifische Informationen wie Schuhgröße (für die Auswahl der Kletterschuhe) und sportliche Aktivität, um den Therapeuten vorab relevante Informationen zu liefern. Ersetzt wurde der Fragebogen in den Post-Messungen durch eine kürzere Version, um Dopplungen in den Datenerfassungen zu vermeiden. Erfasst wurden relevante Veränderungen in der Medikation oder Therapie und vom Patienten empfundene Besonderheiten. Die Fragebögen sind im Anhang A4 zu finden.

Expanded Disability Status Scale (EDSS)

Die *Expanded Disability Status Scale* (EDSS) ist eine internationale, häufig verwendete Leistungsskala, die Auskunft über den Schweregrad der Behinderung der PmMS gibt. Sie ordnet den Patienten anhand einer klinischen Ordinalskala über acht funktionelle Systeme ein (*FSS = Kurtzke's Functional Systems Scores*, bestehend aus „Gehfähigkeit“, „Pyramidenbahnfunktionen“, „zerebellare Funktionen“, „Hirnstammfunktionen“, „sensible Funktionen“, „Blase- und Mastdarmfunktionen“, „visuelle Funktionen“ und „zerebrale Funktionen“). Der Gehfähigkeit kommt in dieser Skala eine hohe Bedeutung zu. Die EDSS reicht von 0,0 Punkten (normale neurologische Funktion) bis 10,0 Punkten (Tod durch MS). Werte von 0,0 bis 4,5 beschreiben Patienten, die ohne Hilfsmittel eine maximale Gehstrecke von 300 Metern zurücklegen können. Werte von 5,0 bis 6,5 beschreiben einen Patienten mit einer maximalen Gehstrecke von 20 Metern ohne Hilfsmittel. Ein EDSS von 7,0 liegt vor, wenn der Patient an den Rollstuhl gebunden ist und seine Gehstrecke, trotz zusätzlicher Unterstützung, unter fünf Metern liegt⁵⁶.

Abhängig vom Schweregrad der Behinderung dauert die Untersuchung 15-30 Minuten.

Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC)

Das *Multiple Sclerosis Functional Composite* (MSFC) evaluiert mit Hilfe von drei Funktionstests die körperlichen und kognitiven Behinderungen von PmMS:

1. *Timed 25 Foot Walk Test (T25FWT)*: Gehfähigkeit,
2. *Nine Hole Peg Test (NHPT)*: Feinmotorik der oberen Extremität,
3. *Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)*: Kognitive Funktion.

Für den MSFC-Gesamtwert werden alle drei Einzeltests in einen Z-Wert umgewandelt, der in dieser Studie entsprechend den Empfehlungen des Manuals auf der Grundlage der Baselinewerte der eigenen Studienpopulation berechnet wurde²⁶³. Das Manual des MSFC ist im Internet frei zugänglich.

Die Testdauer für alle drei Tests beträgt 20-30 Minuten. Eine Standardisierung jedes Einzeltests wird durch die exakte Verwendung des ausführlichen Manuals gewährleistet.

Der MSFC erlaubt eine detailliertere und funktionellere Klassifikation der PmMS, als der EDSS^{265,266}. Jeder Test kann auch einzeln verwendet werden.

1. *Timed 25 Foot Walk Test (T25FWT)*

Der *Timed 25 Foot Walk Test (T25FWT)* misst die Geschwindigkeit, in der eine Person die Gehstrecke von 7,62 Metern (25 Fuß) ohne Hindernisse so schnell wie möglich, aber trotzdem sicher, zurücklegt (Zeit/Strecke). Der Proband muss dieselbe Strecke zweimal gehen. Eine Pause von bis zu fünf Minuten zwischen beiden Versuchen ist erlaubt. Gemessen wird die Zeit in Sekunden. Der Mittelwert beider Versuche geht in den Gesamtwert ein. Hilfsmittel, wie ein Gehstock, Stützen oder Rollator sind erlaubt und müssen notiert werden. Die Gesamtzeit, die eine Person für eine Strecke benötigen darf, ist auf 180 Sekunden begrenzt. Je länger die Zeit dauert, die der Patient für die Gehstrecke benötigt, desto schwächer ist seine Gehfähigkeit^{264,265,267}.

2. *Nine Hole Peg Test (NHPT)*

Der *Nine Hole Peg Test (NHPT)* wurde 1985 von Mathiowetz et al. als einfacher und schneller Test zur Messung der Feinmotorik über die Handfunktion entwickelt. Die Testperson hebt mit einer Hand ein Stäbchen aus einem Pool von Stäbchen auf und steckt es in einer beliebigen Reihenfolge in ein Loch, bis alle neun Löcher des Steckbretts aufgefüllt sind. Direkt im Anschluss müssen die Stäbchen einzeln wieder zurück in den Container gelegt werden. Gemessen wird die Zeit vom Erfassen des ersten Stäbchens bis zum Kontakt des letzten Stäbchens mit dem Container. Begonnen wird mit der dominanten Hand. Der Test wird zweimal pro Seite durchgeführt. Der Mittelwert, der aus dem Mittelwert der beiden Versuche pro Hand gebildet wird, kommt für den Gesamtwert in die Berechnung. Je mehr Zeit der Proband für den Test benötigt, desto schlechter ist die Feinmotorik seiner Handfunktion^{264,265}.

3. *Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)*

Der *Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)* wird durchgeführt, um kognitive Dysfunktionen bei PmMS zu erfassen^{264,265,268}. Es handelt sich um einen auditiven Zahlentest, der das Aufrechterhalten der Aufmerksamkeit und die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung untersucht²⁶⁹. Von einem Tonband werden fortlaufend Zahlen zwischen eins und zehn genannt. Die jeweils zuletzt genannte Zahl muss zu der neuen Zahl addiert werden. Dieser Test prüft keine fortlaufende Addition aller Zahlen, sondern die Addition der beiden zuletzt genannten Zahlen. Zur Verfügung stehen zwei Versionen, bei denen der Zeitabstand zwischen den Zahlen zwei oder drei Sekunden beträgt. Zum besseren Verständnis der Aufgabe darf der Proband vor der Messung drei kürzere Probedurchläufe durchführen.

In dieser Studie wurde die Drei-Sekunden-Version verwendet. Der Gesamtwert des *PASAT* errechnet sich aus der Anzahl der korrekt gegebenen Antworten eines Testdurchlaufes und

kann maximal 60 korrekte Zahlenwerte betragen. Die benötigte Zeitdauer für den Test inklusive Vortest wird auf 5-10 Minuten angesetzt. Je höher der Zahlenwert, desto besser ist die kognitive Funktion.

5.2.2 Kognition und Motorik

Kognition

Der „Faces Symbol Test“ (FST) ist ein non-verbaler Screening-Test zur Erfassung kognitiver Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses, sowie der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung^{269,270}. Dabei werden Symbole Gesichtern zugeordnet, um sprachlich unabhängig zu sein (Abbildung 13). Der Proband bekommt ein Blatt mit Gesichtern und muss das dazugehörige Symbol eins nach dem anderen so schnell und akkurat wie möglich in das Kästchen unter die Gesichter zeichnen. Insgesamt werden 67 Gesichter abgebildet. Die maximale Zeitdauer ist auf fünf Minuten beschränkt. Das Ergebnis errechnet sich aus der mittleren Zeit pro Anzahl der korrekten Symbole (ci). Der Cut-off Wert liegt bei 3,0 s/ci und dient der Ermittlung kognitiver Einschränkungen bei PmMS²⁶⁹.

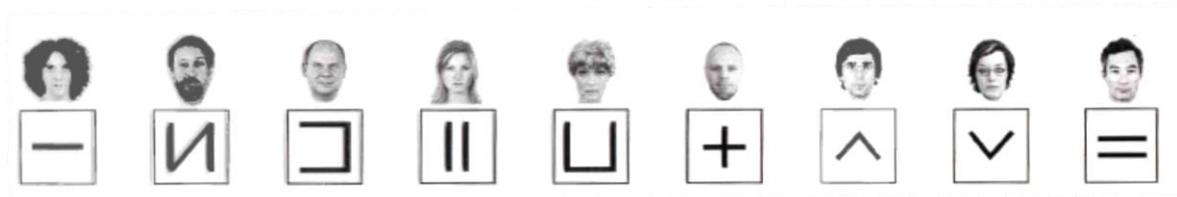


Abbildung 13 Zuordnung der Symbole und Gesichter des Faces Symbol Tests (FST) nach²⁶⁹

Ganganalyse

Die in der Ganganalyse erhobenen Daten erfassen sowohl temporale (*T25FWT*) als auch spatiale Parameter (*dreidimensionale Videoanalyse*)²⁷¹. Die kinematischen Daten wurden mit Hilfe einer lateralen und frontalen Kamera erhoben, die den ersten Versuch des *T25FWT* aufzeichneten. Insgesamt wurden rechts und links 22 Passiv-Marker an festgelegten anatomischen Stellen als Referenzpunkte befestigt: Für die untere Extremität am Großzeh, Calcaneus, Malleolus medialis und lateralis, Condylus medialis und lateralis, Trochanter major und der Spina iliaca anterior superior; für die obere Extremität am Acromion und Epicondylus lateralis. Ein elastisches Band mit fixierten Markern stand für Kopf und Handgelenk zur Verfügung. Die Probanden trugen nach Möglichkeit kurze und dunkle Kleidung, um die Marker sichtbar befestigen zu können. Abbildung 14 zeigt das Befestigen der Marker an einer Probandin. Die Lokalisation der Marker beruht auf dem

Plug-in-Gait Marker Placement¹³⁴. Ein dreidimensionales Koordinatensystem wurde verwendet, um die folgenden Parameter für die Ganganalyse zu berechnen:

- Schrittgeschwindigkeit (Meter/Sekunde),
- Kadenz (Schritte/Minute),
- Spurbreite (Zentimeter),
- Bewegung in Flexion im ‚Sprunggelenk‘ links und rechts (Meter),
- Schwungbeinphase links und rechts (Sekunde),
- Kontaktzeit der Standbeinphase links und rechts (Sekunde)
- Doppelkontaktzeit (Sekunde).



Abbildung 14 Markerplatzierung zur Videoganganalyse einer Probandin

Die Einzelbilder (AVI data files) wurden über das Programm SIMI^oMOTION (Firma SIMI) errechnet. Mit einer Punkt-Spezifikation wurde jede Sequenz identifiziert. Dadurch konnte eine manuelle Korrektur aufgrund fehlender Marker oder unklarer Aufnahmen durchgeführt werden. Die dreidimensionale Kalibrierung erfolgte anhand eines 3-D-Koordinatensystems. Vor der Datenanalyse fand eine exponentielle Glättung der räumlichen Parameter statt. Die Daten wurden von jedem einzelnen Gelenk für die jeweilige Bewegung berechnet. Die Analyse der Daten erfolgte über die Mittelwerte und Standardabweichung^{134,272}.

Messungen der Stabilität im Stand

Für die Beurteilung der Stabilität im Stand sollte in dieser Studie eine möglichst einfache Testsituation genutzt werden, so dass alle PmMS trotz ihrer unterschiedlichen Krankheitsstadien (Werten des EDSS von 0 bis 7) erfasst werden konnten. Um quantitativ unter standardisierten Bedingungen alltagsrelevante Veränderungen in der aufrechten Position einer Person zu erfassen, wurde auf die Posturographie zurückgegriffen^{129,130}.

Messungen der Fluktuation des Massenmittelpunktes erlauben es, Aussagen zur statischen Stabilität einer definierten Stellung im Stand zu treffen. Verwendet wurde hier eine *Kraftmessplatte (KMP)*, die den Kraftangriffspunkt über den „Center of pressure“ (COP)

erfasst. Da statische Gleichgewichtsmessungen auf einer stabilen Unterlage zur Erfassung der Stabilität bei leichter betroffenen PmMS (EDSS 0,5-4,0) nicht sensitiv genug sind, wurde ergänzend ein Test auf einer labilen Unterlage (*S3-Check*) durchgeführt^{133,273-277}.

Das Protokoll basiert auf den Werten aus der aktuellen Literatur, sowie den hier verwendeten Tests und den Bedingungen, die die PmMS zeigen^{278,279}. Folgende Bedingungen wurden allen Stabilitätsmessungen zugrunde gelegt:

- aufrechte Position;
- ohne Schuhe;
- Arme seitlich, ohne Abstützen, kein Geländer;
- Augen offen, Blick geradeaus;
- neutrale Wandfläche, Abstand in alle Richtungen mindestens ein Meter;
- Zeitspanne für die Datenerfassung: 30 Sekunden.

Um eine Verfälschung der Testergebnisse durch einzelne unterdurchschnittlich schlechte Versuche zu vermeiden, geht der Bessere der beiden Versuche in die Analyse der Messdaten ein^{243,280}. Für die KMP wurden aus der Standardabweichung in anterior-posteriore und medio-laterale Richtung die Werte der Ellipse berechnet. Die kleinere Ellipse wurde für die Berechnung der Ergebnisse herangezogen. Der S3 Check ermittelt automatisch nur den Besseren der beiden Versuche.

Die Positionen der Füße wurden wie folgt festgelegt:

- KMP; Position 1: Füße hüftbreit, physiologische Außenrotation 0-12° erlaubt.
- KMP; Position 2: Füße geschlossen, physiologische Außenrotation 0-12° erlaubt. Konnten die Fersen nicht zusammengebracht werden, wurden die Werte in der engsten, noch möglichen Position aufgezeichnet. Der Abstand der Fersen wurde notiert.
- S3-Check: Der große Zeh richtet sich an der „Linie vier“ auf dem Raster des Kippbretts aus.

Alle Probanden wurden angehalten, während den Messungen so stabil wie möglich zu stehen, sich auf die Aufgabe zu konzentrieren und während des Tests nicht zu reden. Nach der Hälfte der Zeit bekam der Proband eine kurze Information über die verbleibende Zeit. Dem Versuchsleiter war es jederzeit möglich, unterstützend einzugreifen. In der Pause stand, falls notwendig, ein Stuhl bereit.

Kraftmessplatte

Auf einer *Kistler Kraftmessplatte* (KMP, 40cm x 60cm, Typ 9286B) wurden die anterior-posteriore (AP, X-Richtung) und medio-laterale (ML, Y-Richtung) Amplitude des KSP über die Bewegung des Kraftangriffspunktes anhand des Software-Programms „*Simi Motion Software*“ aufgezeichnet. Die Wirkungslinie der senkrechten Projektion des KSP

auf die KMP und der zusätzlich bei Bewegung entstehenden Initialkraft trifft die KMP im „center of pressure“ (COP). Der Kraftangriffspunkt in ML- und AP-Richtung wird jede tausendstel Sekunde aufgezeichnet. Die Analyse erfolgte über die Mittelwerte und Standardabweichung (SD) der ML- und AP-Bewegung des COP [mm], sowie über die berechnete Gesamtfläche der Ellipse (Ellipsenfläche = $SDX \cdot SDY \cdot \pi$ [mm²]). Die Fläche der Ellipse wird als Maß für einen kleinen Bewegungsumfang des COP angesehen. Die statische Stabilität im Stand wird über die Schwankung des COP der Probanden innerhalb der Unterstützungsfläche bestimmt¹³⁰. Eine geringere Schwankung deutet auf einen stabileren Stand hin, wobei keine Schwankungen für den Menschen unmöglich sind (Kapitel 3.1.3). Die Messungen auf der KMP umfassten insgesamt 40 Sekunden. Um Unsicherheiten der PmMS zu Beginn und am Ende der Messungen auszuschließen, wurden die mittleren 30 Sekunden für die Datenanalyse verwendet.

S3-Check

Der *S3-Check* der Firma Multifunktionale Trainingsgeräte GmbH (MFT) wurde entwickelt, um unter instabilen Bedingungen Werte für die Körperstabilität, die sensomotorische Regulationsfähigkeit und muskuläre Symmetrie im Stehen zu ermitteln. Diese Parameter lassen nach Herstellerinformation Rückschlüsse auf die Bewertung der Gleichgewichtsfähigkeit als Bestandteil der Koordination einer Person zu²⁸⁰.

Die instabile Standplatte des *S3-Checks* erzeugt eine Kippbewegung bis zu 12° um eine sagittale oder frontale Geräteachse. Ziel für den Probanden ist es, die Messplattform möglichst waagrecht zu halten²⁴³. Für diese Studie wurde eine medio-laterale (ML) Kippbewegung gewählt, da es beim Klettern vermehrt zu einer Verlagerung des KSP in der Frontalebene kommt und somit eine verbesserte Stabilität in dieser Richtung sinnvoll erscheint (Kapitel 3.2, Anhang A3). Die Gerätesoftware misst die Abweichungen von der Neutralposition, sowie die Zeit, die der Proband benötigt, um wieder die Neutralposition zu erreichen. Das Symmetrieverhältnis als Abweichung von der horizontalen Plattenstellung ist primär bei einer einseitigen Schonhaltung oder einer traumatischen Verletzung von Interesse. Dieser Wert spielt in dieser Untersuchung nur in Verbindung mit dem Stabilitätsindex eine Rolle. Der *Stabilitätsindex* des S3 Check berücksichtigt die Werte von dem Sensomotorikindex und das Symmetrieverhältnis. Bei einem Symmetrieverhältnis von 50:50 entsprechen die Werte des Sensomotorikindex dem des Stabilitätsindex. In dieser Studie wurde das Standardprotokoll der Herstellerfirma verwendet. Der erste Teil des Messprotokolls besteht aus einer Testphase. Jeder Proband balancierte vor Beginn der eigentlichen Messungen 15 Sekunden auf dem Kippbrett. Nach einer Pause von 10 Sekunden startete die Messung über 30 Sekunden. Der Ablauf wiederholte sich zweimal. Das Gerät zeichnet beide Versuche auf.

Der *Sensomotorikindex* erfasst aus der Qualität und Quantität der Ausgleichsbewegung und deren Verlauf während der Messung (Anzahl und dem Umfang, der auf dem Kippbrett

durchgeführten Bewegung), die Kontrolle der Körperhaltung im Rahmen bei einer Gleichgewichtsaufgabe. Der errechnete Sensomotorikindex kann demnach als ein Wert für die Bewertung der Gleichgewichtsfähigkeit herangezogen werden²⁴³.

Die Software ordnet automatisch die gemessenen Werte für den Sensomotorik- und Stabilitätsindex innerhalb einer neunstufigen Skala alters- und geschlechternormiert ein. Geschlechterspezifische Normwerte für alle Altersgruppen (8-70 Jahre) wurden anhand einer Stichprobe von über 5.000 Probanden berechnet²⁴³. Der Minimalwert eins wird mit „sehr gut“ bewertet und der Maximalwert neun mit „sehr schwach“. Das Testsystem ist ökonomisch und gilt als valide²⁴³.

5.2.3 Psychosoziale Parameter

Alle Messinstrumente weisen gute psychometrische Werte auf, sind einfach in der Handhabung und wurden zuvor in Studien mit PmMS verwendet^{104,161,281,282}. Ergänzend zur den Untersuchungen der Prä- und Postmessungen wurde eine Verlaufsanalyse über den Interventionszeitraum anhand einer Selbsteinschätzung der aktuellen Befindlichkeitslage der Probanden vor und nach jeder Klettereinheit durchgeführt.

Nachfolgend werden die einzelnen Messinstrumente anhand der erfassten Parameter genauer dargestellt.

Lebensqualität

Für die Evaluation der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (LQ) wurde gezielt ein Fragebogen verwendet, der speziell in Deutschland aus zwei traditionellen Fragebögen zur Lebensqualität (SF-36 und FAMS) für PmMS entwickelt und evaluiert worden ist¹⁰⁴.

Der *“Hamburg Quality of Life Questionnaire in Multiple Sclerosis”* (HAQUAMS, Deutsch HARLEMS) erfasst die vier Dimensionen der gesundheitsbezogenen LQ in insgesamt fünf Subskalen:

1. Fatigue/Gedächtnis (vier Items),
2. Beweglichkeit untere Extremität (fünf Items),
3. Beweglichkeit obere Extremität (fünf Items),
4. Soziale Funktion (sechs Items) und
5. Stimmung (acht Items).

Der HARLEMS-Gesamtwert berechnet sich aus 28 Items der Subskalen.

Die insgesamt 38 Items des Fragebogens sind likert-skaliert (1-5) und umfassen neben den fünf Subskalen noch 10 MS-spezifische Fragen. Zwei Items zur Erfassung körperlicher Missempfindungen, drei Items zur Erfassung der Blasen- und Darmkontrolle sowie Sexualfunktionsstörungen, jeweils ein Item zur Erfassung der Sehfunktion, globalen Einschätzung der Behinderung, aktueller Gesundheitszustand und Hauptbeschwerden (mit einem Ranking der drei Hauptsymptome). Die Items werden in Bezug auf die letzte Woche

erfasst, zusätzlich wird der Patient aufgefordert, seinen Gesundheitszustand vor vier Wochen und vor einem Jahr einzuschätzen. Aus jeder Subskala wird der Mittelwert berechnet und die Mittelwerte der fünf Subskalen ergeben den Gesamtwert, so dass es zu keiner Gewichtung der Subskalen kommt. Die Werte können von 5,6 bis 28,0 reichen. Die ergänzenden 10 Fragen fließen nicht in den Gesamtwert ein, können aber zusätzliche, therapierelevante Informationen liefern. Der Fragebogen hat sich als valide erwiesen, ist reliabel, klinisch erprobt und zeigt ausreichend hohe Gütekriterien. Bei fehlenden Angaben bis maximal 20% ist die Berechnung des Mittelwertes erlaubt. Hohe Werte des *HARLEMS* indizieren eine niedrige LQ¹⁰⁴.

Fatigue

Um Fatigue bei PmMS zu erfassen, bedarf es eines Messinstruments, welches differenziert die unterschiedlichen Aspekte der Fatigue erfasst^{161,283}. In dieser Studie wurde der von Flachenecker (2006) entwickelte „*Würzburg Fatigue Inventory for Multiple Sclerosis*“ (*WEIMuS*) verwendet. Im *WEIMuS* können die beiden Bereiche der körperlichen und kognitiven Fatigue als Subkategorien betrachtet werden. Diskriminiert wurden insgesamt neun Items für die kognitive und acht Items für die körperliche Fatigue. Erfasst wird der Zustand der letzten Woche. Die Skala der Items wird mittels eines 5-stufigen Ratings bewertet: 0 = kaum, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = öfters, 4 = fast immer.

Der Gesamtwert kann zwischen 0 und 68 liegen, wobei ein höherer Wert auch eine größere Beeinträchtigung zeigt. Die maximalen Werte der Einzelkategorien liegen bei 36 für die „kognitive Fatigue“ und bei 32 für die „körperliche Fatigue“. Der Cut-off Wert befindet sich für den Gesamtwert bei 32, für die „kognitive Fatigue“ bei 17 und die „körperliche Fatigue“ bei 16. Die kritischen Werte gelten als sensitiv¹⁶¹.

Selbstwirksamkeit

Die Selbstwirksamkeit ist ein universelles Konstrukt²⁸⁴. In dieser Studie wurde die *Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE)* von Jerusalem / Schwarzer (1995) verwendet. Die *SWE* ist in 28 Sprachen übersetzt worden, unter anderem auch in Deutsch²⁸⁵. Sie erlaubt eine Einschätzung, ob die eigene Person daran glaubt, komplizierte Situationen im Alltag erfolgreich bewältigen zu können. Mit 10 gepolten Items im Antwortformat eins bis vier (1 = stimmt nicht; 2 = stimmt kaum; 3 = stimmt eher; 4 = stimmt genau) liegt die maximal zu erreichende Punktzahl bei 40. Je höher die Werte sind, desto größer ist die eigene Kompetenzerwartung. Die benötigte Zeitdauer beträgt vier Minuten. Der Gesamtwert kann berechnet werden, wenn nicht mehr als drei der zehn Items fehlen²⁸⁴. Die Normwerte für den *MW* liegen bei 27 (*SD* 4,5)²⁸⁶.

Selbstwert

Zur Erfassung des Selbstwertes wurde die *Multidimensionale Selbstwertkala (MSWS)* von Schütz / Sellin (2006) verwendet (Abbildung 15). Sie ist eine deutschsprachige Adaption der „Multidimensional Self-Concept Scale“ von Fleming / Courtney (1984), die aus der „Feelings of Inadequacy Scale“ (Janis / Field, 1959) entstanden ist. Es werden drei Hierarchien bezüglich der Skalen gebildet. Die oberste Skala „*Gesamtselfwert*“ (GSW) besteht aus der Skala für die „*Körperbezogenen Selbstwertschätzung*“ (KSW) und der Skala für die „*Allgemeine Selbstwertschätzung*“ (ASW)²⁸². Die übergeordnete Skala „*KSW*“ besteht aus den zwei Subskalen „Selbstwertschätzung Physische Attraktivität“ (SWPA) und „Selbstwertschätzung Sportlichkeit“ (SWSP). Die übergeordnete Skala „*ASW*“ umfasst die vier Subskalen „Emotionale Selbstwertschätzung“ (ESWS), „Soziale Selbstwertschätzung – Sicherheit im Kontakt“ (SWKO), „Soziale Selbstwertschätzung – Umgang mit Kritik“ (SWKR) und „Leistungsbezogene Selbstwertschätzung“ (LSWS). Insgesamt besteht der Fragebogen aus 32 Items mit einer siebenstufigen Ratingskala. Je höher die Werte auf der Skala sind, desto besser ist der Selbstwert.

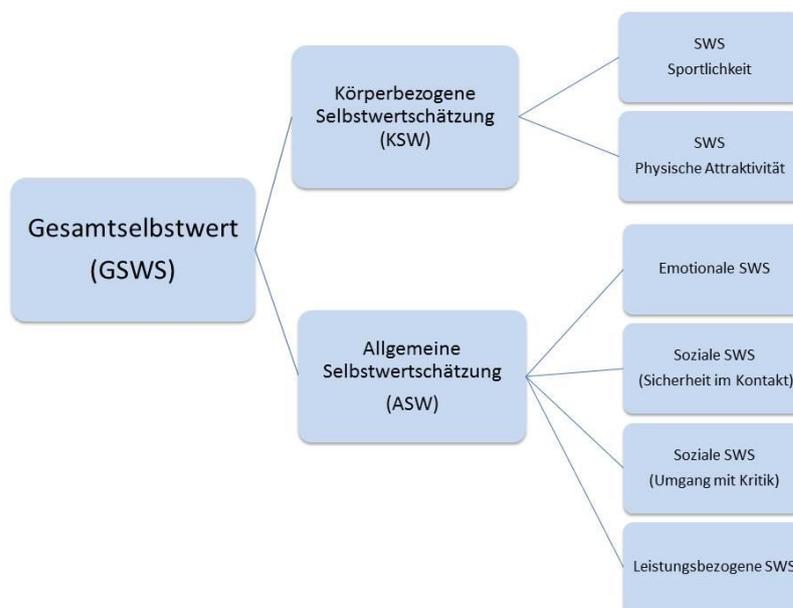


Abbildung 15 Hierarchie des Fragebogens „Multidimensionale Selbstwertkala“ (MSWS)
Modifiziert nach Schütz / Sellin (2006) mit sechs Subskalen, Selbstwertschätzung (SWS)²⁸²

Ein durchschnittlicher Selbstwert zeigt sich bei Werten zwischen 16 und 84. Für jeden Rohwert der einzelnen Skalen existieren Normwerttabellen mit Prozenträngen und T-Werten, sowie den jeweiligen Konfidenzintervallen. Aufgrund statistisch signifikanter Unterschiede werden die T-Werte für Männer und Frauen getrennt angegeben. Reliabilität und Validität sind gut dokumentiert²⁸².

Depression

Die „Allgemeine Depressions Skala“ (ADS, deutschen Version der “Center for Epidemics Studies Depression Scale”) von Hautzinger / Bailer (1992) wurde in der Studie als Screening Instrument zur Selbsteinschätzung der Beeinträchtigung durch depressive Symptome verwendet. Sie ermöglicht im ersten Screening eine Einschätzung, ob eine klinisch manifeste Depression vorliegt bzw. erfasst die Schwere der Symptome oder Begleiterkrankung ohne Zeichen einer klinischen manifesten Depression. Die ADS wurde zuvor bei Studien mit neurologischen Patienten, auch Personen mit MS, verwendet^{26,287}.

Die ADS erfragt den mentalen Zustand der letzten Woche über die fünf Konstrukte „emotionale“, „somatische“, „motivationale“, „kognitive“ und „motorische“ Symptome (angelehnt an die Kategorisierung in den ICD-10 Kriterien)²⁸⁷. Es existieren eine lange (ADS-L, 20 Items) und eine kurze (ADS-K, 15 Items) Version. In dieser Studie wurde die lange Version verwendet, um die bei PmMS wichtigen Parameter Selbstabwertung, Hoffnungslosigkeit und Antriebslosigkeit mit zu erfassen. Die Bearbeitungsdauer der ADS-L beträgt fünf Minuten. Die Skala reicht von null bis drei, mit einer maximal zu erreichenden Summe von 60 Punkten: 0 = selten (< 1 Mal am Tag), 1 = manchmal (1-2 Tage), 2 = öfters (3-4 Tage), 3 = meistens (5-7 Tage).

Je höher die Punktzahl, desto mehr depressive Symptome zeigen sich. Um unglaubliche Antworten herauszufiltern (Lügenkriterium), wurden vier Items (4, 8, 12, 16) negativ gepolt. Wenn die „Summe der positiv gepolten Items“ abzüglich der „Summe der negativ gepolten Items“ mal ‘vier‘ unter dem Wert von -28 Punkten liegt, gelten die Antworten in allen Altersgruppen und unabhängig vom Geschlecht als unglaublich. Der Cut-off-Wert liegt bei 23 Punkten und die Sensitivität bezüglich Änderungen bei depressiven Patienten ist gegeben²⁸⁷. Der kritische klinische Wert der ADS-L (>23) unterscheidet sich von dem der CES-D (>16). Eine genauere Diagnostik (zum Beispiel in Bezug zu den Kriterien der ICD-10) ist weiterführend notwendig, um einen Patienten als depressiv einzustufen.

5.2.4 Befindlichkeitsskalierung während der Intervention

Um den Therapieverlauf über die sechs Monaten zu evaluieren, wurde unmittelbar vor und nach jeder Trainingseinheit eine Selbsteinschätzung zur aktuellen Befindlichkeitslage mit der “Wahrgenommene körperliche Verfassung“ (WKV) und „Eigenzustandsskala“ (EZ) erhoben²⁸⁸. Zusätzlich wurde jede Einheit mit einer kurzen Selbstreflexion (offener Kommentar) und ab der zweiten Einheit mit einer Bewertung des subjektiven Belastungsempfindens anhand der Borg-Skala begleitet.

Wahrgenommene körperliche Verfassung

Der Fragebogen zur Erfassung der „Wahrgenommene Körperliche Verfassung“ (WKV) erhebt die vier körperlichen Wahrnehmungsdimensionen „Aktiviertheit“, „Gesundheit“, „Trainiertheit“ und „Beweglichkeit“. Er besteht aus 20 Items und zwei Kontrollitems (Schmerzen, Beschwerden), die eine augenblickliche Einschätzung der aktuellen körperlichen Befindlichkeitslage erlauben. Jede Dimension wird durch fünf Adjektive repräsentiert, aus deren Werten der Mittelwert gebildet wird (Abbildung 16)²⁸⁹. Die Skala ist sechsstufig. Der Fragebogen wird als valide und verlässlich anerkannt. Nach Kleinert (2001) ist das Verfahren besonders geeignet zur Verlaufsanalyse eines Rehabilitations- und Trainingsprozesses und zur Evaluierung körperorientierter Trainingsverfahren. Bei Veränderungsmessungen im Verlauf unterschiedlicher sportlicher Aktivität wie Ausdauersport, Kraftsport, Fitnessstraining oder Entspannung hat sich der Fragebogen als veränderungssensitiv erwiesen²⁹⁰.

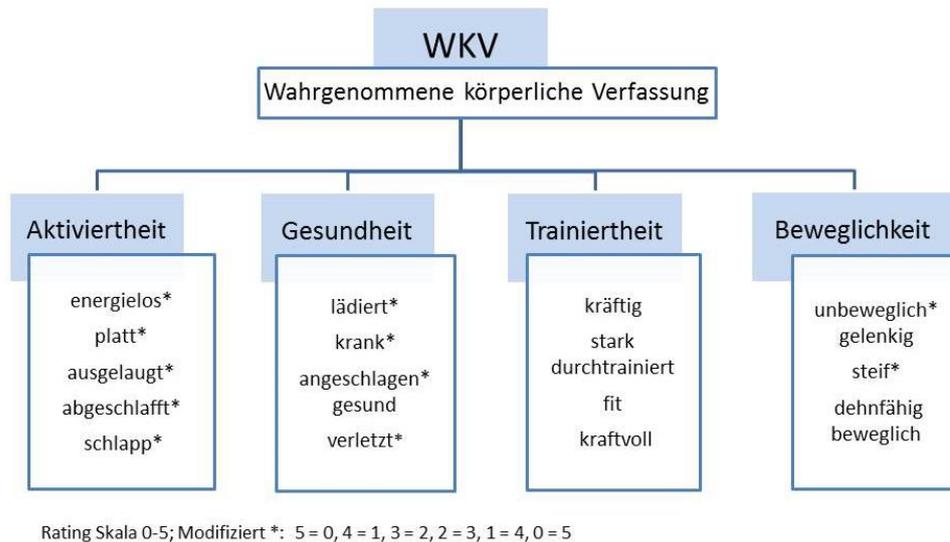


Abbildung 16 Items und Adjektivliste der „Wahrgenommenen körperlichen Verfassung“ (WKV) Gruppierung in vier Dimensionen und Aufschlüsselung der modifizierten Werte nach Kleinert 2001

Eigenzustandsskala

Die von Kleinert 2000 modifizierte Kurzform der *Eigenzustandsskala* (EZ) von Nitsch (1976) wurde verwendet, um das situationsabhängig aktualisierte Selbstmodell einer Person über den Interventionszeitraum zu erfassen. Dargestellt wird die erlebnismäßig repräsentierte und aktuelle Handlungslage einer Person, der Gesamtzustand, hier beschrieben als Eigenzustand (Abbildung 17). Die EZ analysiert den Eigenzustand über eine Hierarchie von insgesamt 16 Items (Adjektive). Jeweils zwei Items repräsentieren die folgenden acht Dimensionen: Anstrengungsbereitschaft (AB, Item 3, 7), Kontaktbereitschaft (KB, Item 8, 14), Soziale Anerkennung (SA, Item 10, 11), Selbstsicherheit (SS, Item 5, 15), Stimmungslage (STL, Item 1, 4), Spannungslage (SPL,

Item 13, 16), Ermüdung (ER, Item 2, 12) und Schläfrigkeit (SCH, Item 6, 9). Die Dimensionen SPL und ER sind negativ gepolt. Der Mittelwert wird über die Summe der Werte zweier Adjektive gebildet²⁹¹.

Eigenzustandsskala (EZ)

1. Anstrengungsbereitschaft

- energiegeladen
- kraftvoll

2. Kontaktbereitschaft

- kontaktbereit
- mitteilksam

3. Sozial Anerkannt

- anerkannt
- beliebt

4. Selbstsicherheit

- routiniert
- selbstsicher

5. Stimmungslage

- fröhlich
- gutgelaunt

6. Spannungslage

- ruhig*
- gelassen*

7. Ermüdung

- erholt*
- ausgeruht*

8. Schläfrigkeit

- matt
- schläfrig

Rating Skala 0-5; Modifiziert *: 5 = 0, 4 = 1, 3 = 2, 2 = 3, 1 = 4, 0 = 5

*Abbildung 17 Items und Adjektivliste der „Eigenzustandsskala“ (EZ)
Alle 16 Adjektive werden den acht Itemgruppen zugeordnet (Kleinert nach Nitsch, 1976)*

Selbstreflexion der Probanden

Die Reflexion aus Sicht des Patienten nach jeder Trainingseinheit ermöglichte eine direkte Einschätzung über das physische und psychische Empfinden (Anhang A3). Der Proband wurde gebeten, seine aktuellen Gefühle und Auswirkungen durch die Trainingseinheit kurz zu kommentieren. Die Aufforderung lautete: „Meine persönliche Einschätzung / Kommentar heute“. Nach der 9. und 18. Einheiten wurden die Probanden motiviert, die Kommentare hinsichtlich Veränderungen und Auswirkungen im Alltag und der Kletterleistung ausführlicher zu gestalten. Die Nennungen wurden analysiert und vom Autor in Item-Gruppen eingeteilt, die sich in das biopsychosoziale Modell einordnen lassen. Bei inhaltlichen Überschneidungen der Bereiche wurden die Nennungen abwechselnd dem einen oder dem anderen Bereich zugeordnet.

Subjektives Belastungsempfinden

Das Wahrnehmen eines Menschen, wie schwer oder anstrengend eine vorgegebene Leistung ist (subjektives Belastungsempfinden), kann individuell sehr unterschiedlich sein. Ab der zweiten Einheit wurde jeder Proband aufgefordert, mit Hilfe der *Borg-Skala* die empfundene Anstrengung der Kletterleistung in einer selbstgewählten Route aus der aktuellen Einheit zu bewerten. Die Borg-Skala gründet sich auf psychophysikalischen und psychophysiologischen Prinzipien und Experimenten²⁹². Sie reicht von 6 (überhaupt nicht

anstrengend) bis 20 (maximale Anstrengung) und ist eine altersunabhängige, einfach zu handhabende, häufig verwendete Skala. In Rehabilitationsstudien wird sie verwendet, um die Belastungsintensität in einem Trainings- oder Rehabilitationsprozess zu bewerten^{293,294}.

Die in dieser Studie verwendete Skala befindet sich im Anhang A4.

Der Einsatz der Borg-Skala dient zum einen einer Selbsteinschätzung der körperlichen Belastung des Probanden und somit dem Vergleich der subjektiv erlebten körperlichen Beanspruchung (Eigenreflexion). Mit Hilfe der Zahlenwerte kann für den Patienten sichtbar eine Einschätzung der eigenen Belastung erfolgen und die Intensität im Gesamtkontext der Kletterleistung eingeschätzt werden. Zum anderen identifiziert die Bewertung auf der Borg-Skala die Einschätzung der Belastung des jeweiligen Patienten zusätzlich für den Therapeuten.

5.3 Statistik

Für die Datenanalyse wurden das Programm “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS, Version 21) und Microsoft Office Excel 2007 verwendet.

Die Darstellung der Daten erfolgte bei einer Normalverteilung mit Mittelwert (*MW*) und Standardabweichung (*SD*) oder aufgrund der geringen Fallzahl mit Median und Quartil (*Q1*; *Q3*). Vorab der statistischen Datenanalyse wurde eine Prüfung der Normalverteilung grafisch und anhand des Shapiro-Wilk-Tests und der Varianzhomogenität anhand des Levene’s-Tests durchgeführt. Ausgewählte Ergebnisse wurden grafisch mittels Box-Whisker-Plot, Linien- oder Balkendiagrammen hervorgehoben. Zur Analyse der Messzeitpunkte erfolgten die gepaarten Vergleiche anhand des Vorzeichen-Rang-Tests von Wilcoxon (einseitig). Die Gruppenunterschiede an der Baseline und die Differenzwerte der beiden Gruppen wurden mit dem U-Test nach Mann-Whitney (einseitig, exakte Signifikanz) geprüft. Nach einer Schätzung der fehlenden Werte mittels Expectation-Maximization-Algorithmus (EM-Algorithmus) für den Follow up über drei Jahre und Überprüfung der Signifikanz wurde eine varianzanalytische Auswertung mit Messwiederholung nach dem generalisierten linearen Modell (GLM) durchgeführt. Die post-hoc Analysen für multiple Vergleiche erfolgten mit der Bonferroni-Korrektur.

Zusätzlich wurden die Effekt- und Teststärken berechnet, um die Größe der Auswirkung und klinische Relevanz zu prüfen. Bei nicht-parametrischen Daten kann mittels der Prüfgröße z die Effektstärke Phi ($\varphi = z/\sqrt{n}$) berechnet werden. Ist $\varphi = 0,1$ zeigt sich ein „kleiner Effekt“, ist $\varphi = 0,3$ ein „moderater Effekt“ und ist $\varphi = 0,5$ ein „starker Effekt“. Nach dem Maßstab von Cohen (d) zeigen Werte von 0 bis 0,19 „keine Effektstärke“, Werte $> 0,20$ eine „kleine Effektstärke“, Werte $> 0,50$ eine „mittlere Effektstärke“ und

Werte $> 0,80$ eine „große Effektstärke“²⁹⁵. Die Teststärke $(1-\beta)$ wurde mit G*Power 3.1.9 berechnet.

Bei einer α -Fehlerwahrscheinlichkeit von fünf Prozent werden *p-Werte $\leq 0,05$ als signifikant und **p-Werte $\leq 0,01$ als hochsignifikant angesehen.

6 Ergebnisse

6.1 Sechsmontatige Interventionsstudie "TKMS"

Die Tabelle 12 fasst die Organisationsstruktur mit praxisrelevanten Kommentaren zu der Realisierung des Programms zusammen. Im Anhang A3 finden sich die einzelnen Einheiten ausführlich dokumentiert.

Tabelle 12 Organisationsstruktur, Schwierigkeiten und Lösungsansätzen des entwickelten Kletterprogramms "TKMS"

Deutscher Alpenverein (DAV), Interessengemeinschaft Klettern (IG Klettern), Deutsche Multiple Sklerose Gesellschaft (DMSG), Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der Technischen Universität München e.V. (KTU), Technische Universität München (TUM), Teilnehmer (TN)

	Organisation	Umsetzung	Kommentar
Zeitplan	samstags, einmal/Woche 14.30-16.30 Uhr	Wochenende gut geeignet, die erste Einheit dauerte drei Stunden	Ein reines Trainingsintervall von zwei Stunden ist sinnvoll und i.d.R. ausreichend. Wichtig: Einplanen zusätzlicher Zeiten für das Umziehen und Nutzung der Sanitäranlagen vor und während des Trainings!
Zeitdauer der Intervention	6 Monate, 22 (20) Einheiten, 11/2009-05/2010; regelmäßige Teilnahme an 18 Einheiten gefordert	zwei zusätzliche Einheiten in Zyklus B + D waren notwendig, Nachfrage für ein weiterführendes Training	Fehlzeiten sind unvermeidbar (aufgrund von Krankheiten, Witterungsbedingungen oder sozialer Einbindung), im Durchschnitt fehlten die TN 1,8 Mal und nur, wenn es sich nicht vermeiden lies. Vorgaben im Rehabilitationssport: 20 Einheiten in 6 Monaten
Gruppengröße	Anzahl der Patienten n = 12	gut geeignet	Maximale Gruppengröße 8-12 TN, 1-4 TN auf je einen Therapeuten. Vorgaben im Rehabilitationssports: maximal 7 Patienten pro Therapeut.
Zeitdauer der Einheit	zwei Stunden	gut geeignet sind zwei bis drei Stunden	Zwei Stunden sind ausreichend, wenn Studienbedingungen (Zeit für Evaluation) wegfallen und individuelle Organisation und Gruppengröße abgestimmt sind. Vorgaben im Rehabilitationssport: mindestens 45 Minuten.
Inhalt	4 Mikrozyklen (A-D) A: Basiswissen im Klettern (Einheit 1-5) B: Gleichgewicht (6-11) C: Koordination (12-16) D: Kraft (17-22)	Fehlzeiten wurden inhaltlich individuell aufgearbeitet	Individuelle Bedingungen erfordern individuelle Feinziele. Flexibilität ist absolut notwendig! Vorinformationen zur Anamnese, Setting und Material notwendig für die Planung der Trainingsinhalte.
Ort	Kletterwand in der Leichtathletikhalle, TUM Campus im Olympiapark, Connollystr. 32,	Grundstruktur gut, in einer Sportkletterwand, sind zusätzliche Griffe/Tritte	Wichtige Bedingungen: Rollstuhlzugang, Sanitäranlagen in der Nähe, Therapie-Routen (leichte Routen, kurzer Tritt-/Griffabstand, Kanten, Sprossenwand).

	80809 München	notwendig	
Material	Gurte, Kletterschuhe, Seile, Sicherungsgeräte („Eddy“), Bandschlingen, Kleingeräte (Theraband, Luftballon), individuelle Hilfsmittel (Beinschlaufe zum Heben des Beines)	ideal	Eigene Schuhe und Gurte sollten nach einer gewissen Zeit vom TN selbst angeschafft werden, wenn es finanziell möglich ist.
Versicherung	Klassische Sportunfallversicherung durch das KTU	Keine Vorkommnisse	Immer abhängig vom Setting; möglich über Kletterhalle / Verein (Bsp. DAV, IG Klettern, DMSG)
Kosten	25,- €/h für einen Therapeuten, Zusätzliche Volunteers, Versicherung KTU, Material und Miete TUM	abhängig von den Bedingungen und Engagement der Therapeuten und Helfer	Kalkulation muss mindestens das Honorar Therapeuten (Ehrenamt?), Material, Setting (Eintritt Kletterhalle) und Versicherung umfassen. Spenden oder Anschubfinanzierungen hilfreich. Zukünftig evtl. Unterstützung Rehabilitationssport (5,-€ pro Patient pro teilgenommener Einheit)?
Patienteninformation	Schuhgröße, medizinische Anamnese (Kontraindikationen), Vorerfahrung	vorab vorhanden; Bsp. Gehfähigkeit: Fußgänger = 6 Gehhilfe = 3 Rollstuhlfahrer = 3	Unter Nicht-Studienbedingungen: Zusätzliche Informationen über Fragebogen, Arztbrief oder medizinische Anamnese notwendig!
Therapeuten	zwei doppelt qualifizierte Therapeuten (C. Kern, C. Schaub), ein bis zwei zusätzliche klettererfahrene Personen (Sportstudierende des Studienschwerpunkts Prävention und Rehabilitation)	mind. drei Therapeuten; zusätzlich waren ein Verwandter regelmäßig und in der 1. Einheit als Ansprechpartner von Patientenseite ein TN der Gruppe „MS on the Rocks“ im Rollstuhl dabei	Abhängig von Gruppengröße, Schweregrad und Zustand der TN. Bei zusätzlichen Helfern kann ein voll qualifizierter Therapeut die Verantwortung für die Gruppe tragen! Eine Grundqualifikation für Sicherheitsstandards im Klettern mit Seil muss bei allen vorhanden sein. Ehrenamtliche Personen sind bei einer großen Anzahl an schwerer betroffenen Patienten hilfreich.

6.1.1 Studienpopulation

Insgesamt nahmen 27 Probanden an der Studie teil. Von insgesamt 12 Teilnehmern (TN) der Kletterintervention konnten 11 TN die geforderten 18 Einheiten absolvieren (Kapitel 6.1.3 Ausschlusskriterium). Aus organisatorischen und persönlichen Gründen konnte ID 10 nur an 11 Einheiten teilnehmen. Alle Probanden nutzten die zusätzlichen Trainingseinheiten: Ein TN nahm an allen Terminen teil, drei TN jeweils an 21 und 20 Terminen und zwei TN jeweils an 19 und 18 Terminen. Gründe für die Fehlzeiten im Interventionszeitraum waren nach eigenen Angaben gesundheitliche Probleme (Immunsystem, Zahn-OP, Schub), schlechte Witterungsbedingungen oder soziale Verpflichtungen.

Insgesamt mussten die Daten von zwei Probanden aus der Interventions- (IG) und einem Probanden aus der Kontrollgruppe (KG) aufgrund der Ausschlusskriterien für die Analyse herausgenommen werden (Abbildung 12), so dass die Datensätze von insgesamt 10 Probanden in der Interventions- und 14 in der Kontrollgruppe verblieben. Die deskriptive Darstellung erfolgt entsprechend mit Median ($Q1$; $Q3$), Minimal- und Maximalwerten sowie Häufigkeiten (Prozent).

Der letzte Arztbrief bestätigte bei allen Probanden eine gesicherte Diagnose der Erkrankung MS. Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in den demografischen Daten der beiden Gruppen zu Beginn der Intervention; in den klinischen Daten ebenfalls, außer in der Medikation (Tabelle 13).

*Tabelle 13 Demografische und klinische Daten der Stichprobe des ersten Studienabschnitts Baseline-Daten, Prüfung der Unterschiede mittels Mann-Whitney-U-Tests (einseitig, $*p \leq 0,05$), zu den alternativen Therapien zählen zum Beispiel Physio-, Ergo- oder Hippotherapie (s. allgemeiner Fragebogen Anhang A4)*

Stichprobe Studie "TKMS"	Interventionsgruppe (n =10)		Kontrollgruppe (n =14)		p-Wert*
	Häufigkeit (%)		Häufigkeit (%)		
	Median (Q1; Q3)	Min/Max	Median (Q1; Q3)	Min/Max	
Alter [Jahre]	43,5 (36,5; 47,0)	27 / 52	44,0 (40,8; 48,8)	33 / 60	0,56
Geschlecht [m/w]	4 (40%) / 6 (60%)		4 (28,6%) / 10 (71,4%)		0,57
Arbeitsfähig (ja) [n]	5 (50%)		9 (64,3%)		0,49
Erkrankungsdauer [Jahre]	15,5 (6,8; 21,0)	2 / 24	11,0 (3,5; 14,5)	0 / 35	0,23
Verlaufsform (RRMS / SPMS / PPMS) [n]	4 (40%) / 5 (50%) / 1 (10%)		5 (35,7%) / 5 (35,7%) / 4 (28,6%)		0,51
Krankheitsaktivität (ja) [n]	3 (30%)		6 (42,9%)		0,53
Medikation (Basis / Eskalation / keine) [n]	3 (30%) / 6 (60%) / 1 (10%)		7 (50,0%) / 2 (14,3%) / 5 (35,7%)		0,02*
Hilfsmittel (keine / Gehilfe / Rollstuhl) [n]	5 (50%) / 3 (30%) / 2 (20%)		8 (57,1%) / 4 (28,6%) / 2 (14,3%)		
Alternative Therapien (ja) [n]	7 (70%)		9 (64,3%)		
Sportliche Aktivität (ja) [n]	5 (50%)		7 (50,0%)		

Die Altersspanne reichte von 27 bis 60 Jahren mit einem Median von 44 Jahren (40; 48), wobei die Kontrollgruppe insgesamt leicht älter war (IG: 43,5 (37; 47), Min/Max 27/52; KG: 44,0 (41; 49), Min/Max 33/60; $p = 0,56$). Mit insgesamt 16 Frauen waren zwei Drittel der Studienpopulation weiblich (IG = 6, KG = 10, $p = 0,57$).

Etwa 38% der Probanden der Gesamtgruppe litten an einer RRMS, 41% an einer SPMS und 21% an einer PPMS. Insgesamt waren also 62% der Probanden an einer chronisch-progredienten Verlaufsform erkrankt. Die Baseline-Daten der beiden Gruppen unterschieden sich statistisch nicht signifikant ($p = 0,51$). Die Kontrollgruppe hatte mit 29% einen höheren Anteil an PPMS-Betroffenen, als die Interventionsgruppe mit 10% PPMS.

Bezüglich MS-spezifischer Medikamente unterschieden sich die beiden Gruppen signifikant ($p = 0,02$). Sechs Patienten der Interventionsgruppe und zwei der Kontrollgruppe befanden sich in einer Eskalationstherapie; drei Patienten der IG und

sieben in der KG nahmen ein Basistherapeutikum; ein Proband aus der IG (10%) und fünf aus der KG (36%) nahmen nach eigenen Angaben keine MS-spezifischen Medikamente. Wird der Krankheitsverlauf mit „ ≥ 2 Schübe oder eine Progression um mehr als 1 Punkt auf der EDSS“ definiert, wies die Kontrollgruppe einen leicht aktiveren Krankheitsverlauf auf, unterschied sich aber nicht signifikant von der Interventionsgruppe ($p = 0,53$). Jeweils drei Probanden aus der Interventions- und aus der Kontrollgruppe hatten in dem Jahr vor Studienbeginn (2009) ihren letzten Schub.

In beiden Gruppen ergänzten etwa 70% der Patienten die Maßnahmen mit Therapien, wie Physio-, Ergo- oder Hippotherapie und jeweils 50% waren zu Studienbeginn regelmäßig sportlich aktiv (definiert mit „mindestens 30 Minuten Sport pro Woche“).

In der gesamten Gruppe benötigten zu Beginn der Studie vier Patienten einen Rollstuhl (IG: zwei) und sieben eine Gehhilfe (IG: drei). Nach eigenen Angaben waren die häufigsten Symptome Gang- und Gleichgewichtsstörungen (Gang: IG = 9; KG = 13, Gleichgewicht: IG = 8; KG = 9). Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Funktionseinschränkungen in beiden Gruppen.

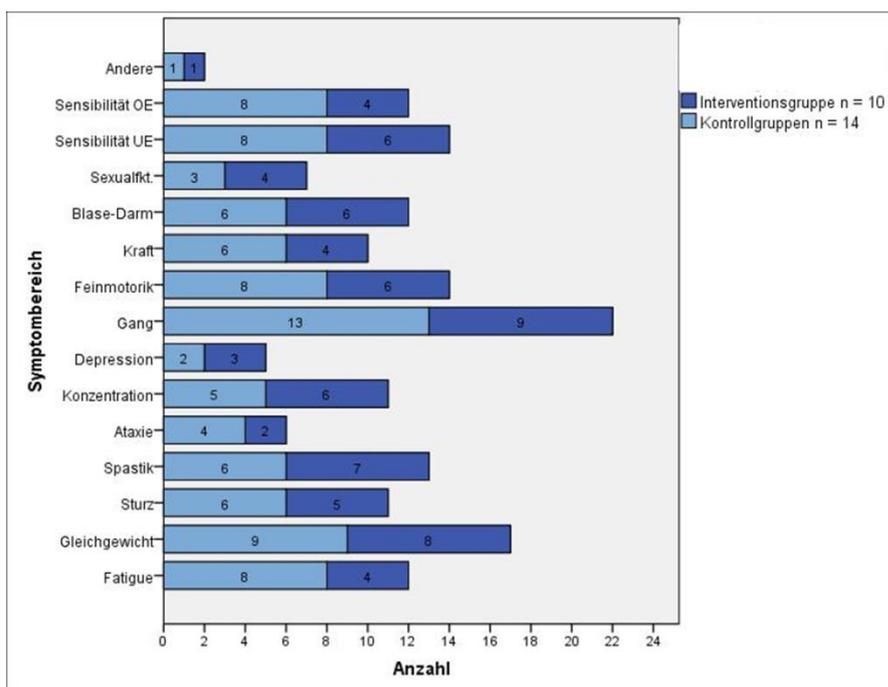


Abbildung 18 Funktionseinschränkungen der Teilnehmer nach Gruppenzugehörigkeit
Baselinedaten, Mehrfachnennungen pro Person möglich, Obere Extremität (OE), Untere Extremität (UE)

Nach eigenen Angaben (Fragebogen und Antidepressiva) zeigten etwa 30% der gesamten Stichprobe depressive Symptome (IG: ID 2, 3, 4, 8, 9, KG: ID 16, 17, 19, 23). Gemessen mit der *Allgemeinen Depressionsskala-Lang* (ADS, Cut-off >23) mussten insgesamt fünf Patienten (21%) als auffällig depressiv eingestuft werden (drei IG: ID 3, 4, 8; zwei KG: ID 15, 16). Von den durch den Fragebogen ermittelten Patienten hatten sich selbst zwei Patienten nicht als depressiv eingestuft und nahmen keine Antidepressiva (IG: ID 8; KG:

ID 15). ID 3 und 4 zeigten trotz Antidepressivum einen erhöhten Wert in der ADS. Aufgrund des Lügenkriteriums reduzierten sich die Anzahl der gültigen Fragebögen um vier in der Baseline und um einen nach sechs Monaten (Tabelle 14).

Tabelle 14 Ergebnisse zum Bereich „Depression“, Baseline und 6 Monate

*Allgemeine Depressionsskala (ADS); Cut-off-Wert ADS >23; die Anzahl der Daten des ADS reduzierten sich aufgrund des Lügenkriteriums; Prüfung der Unterschiede der Gruppen mittels Mann-Whitney-U-Tests (einseitig, * $p \leq 0,05$)*

Stichprobe Studie "TKMS"	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe			p-Wert*
	n	Häufigkeit (%) Median (Q1; Q3)	ID	n	Häufigkeit (%) Median (Q1; Q3)	ID	
Depression							
Selbsteinschätzung (ja) [n]	10	3 (30%)	2,3,9	14	4 (28,6%)	16,17,19,23	
Antidepressiva (ja) [n]	10	3 (30%)	2,3,4	14	2 (14,3%)	19,23	
ADS Baseline	8	11,5 (4; 27)	3,4,8	12	10,0 (4; 18)	15,16	0,45
ADS > 23		3 (30%)			2 (14,3%)		
ADS 6 Monate	10	6,5 (3; 15)	8	13	10,0 (5,5; 16,5)	15	0,24
ADS > 23		1 (10%)			1 (7,2%)		

Bei der Untersuchung nach sechs Monaten zeigte sich in jeder Gruppe nur noch ein Patient anhand des ADS-Wertes als depressiv auffällig (ID 8 und ID 15). Die beiden nach der Intervention unauffälligen, vorher „depressiven“ Patienten (ID 3, 4) aus der Interventionsgruppe, hatten keine zusätzlichen Maßnahmen bezüglich der Symptome erhalten. ID 16 aus der Kontrollgruppe absolvierte einen Klinikaufenthalt und wurde medikamentös eingestellt (Tabelle 14).

Aufgrund einer sehr starken Ataxie war es zwei Probanden nicht oder nur teilweise möglich, den *Nine Hole Peg-Test* zu absolvieren. Der Gesamtwert wurde entsprechend den Empfehlungen des Manuals berechnet²⁶³. Auch konnte ein Proband den *Faces Symbol Test* nicht durchführen. Bei den Untersuchungen zur *Stabilität im Stand*, konnten insgesamt 16 Probanden den *S3Check* für das dynamische Gleichgewicht bewerkstelligen.

EDSS und MSFC

In der Statusbestimmung der beiden Gruppen über die *EDSS* und das *MSFC* zeigte sich kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen zu Beginn der Studie (*EDSS*: $p = 0,28$; *MSFC*: $p = 0,49$). Die Ergebnisse werden in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15 Ergebnisse der Expanded Disability Status Scale (EDSS) und des Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC), Baseline und 6 Monate
 Prüfung der Unterschiede bezüglich der Gruppen über die Differenz (vorher – 6 Monate) mittels Mann-Whitney-U-Tests (exakte Signifikanz; einseitig, $*p \leq 0,05$), Messzeitpunkte (MZP)

Stichprobe	Interventionsgruppe (n =10)		Kontrollgruppe (n =14)		Unterschied	Unterschied	Effekt- stärke (Φ)	Teststärke (1- β)
	Median (Q1; Q3)	Min / Max	Median (Q1; Q3)	Min / Max	Gruppe p-Wert*	Differenz MZP p-Wert*		
Studie "TKMS"								
EDSS Baseline	5,5 (2,9; 6,5)	2,0 / 6,5	4,0 (2,5; 6,0)	2,0 / 6,5	0,28	0,24	0,15	0,16
EDSS 6 Monate	4,3 (2,6; 6,5)	1,0 / 7,0	4,0 (2,4; 6,0)	2,0 / 7,0	0,48			
MSFC (Z-Wert) Baseline	0,25 (-0,76; 0,55)	-1,56 / 0,63	-0,20 (-0,66 / 0,73)	-1,52 / 1,98	0,49			
MSFC (Z-Wert) 6 Monate	0,44 (-0,68; 0,52)	-0,77 / 1,16	0,17 (-0,93 / 0,82)	-1,86 / 0,93	0,29	0,19	0,19	0,20

Der Minimalwert der **EDSS** lag in beiden Gruppen bei 2 und der Maximalwert bei 6,5. Der Median betrug im Gesamtwert beider Gruppen 4,5 (2,6; 6,0). Es zeigte sich jedoch ein höherer Median in der Interventionsgruppe zu Studienbeginn (IG: 5,5 (2,9; 6,5), KG: 4,0 (2,5; 6,0)). Auch nach den sechs Monaten blieb der EDSS-Wert im Median in der Kontrollgruppe bei einem Wert von 4 mit einer annähernden Normalverteilung im Bereich der Quartile, wohingegen sich der Medianwert der Interventionsgruppe von 5,5 auf 4,3 (2,6; 6,5) verringerte und sich die Streuung im unteren Quartil vergrößerte (Abbildung 19).

In Tabelle 15 werden ergänzend die interferenzstatistischen Ergebnisse der beiden Gruppen für den EDSS und das MSFC dargestellt. Es ließen sich in der Überprüfung der Differenzwerte von den beiden Messzeitpunkten keine Signifikanzen nachweisen. Die Effekt- und Teststärke war jedes Mal sehr gering.

Der Median des Z-Wertes des **MSFC** lag in der Interventionsgruppe bei 0,25 (-0,76; 0,55) und stieg nach der Intervention auf 0,44 (-0,68; 0,52) an. Auch in der Kontrollgruppe stieg der Median von -0,20 (-0,65; 0,73) auf 0,17 (-0,93; 0,82) an. Die Streuung in der Klettergruppe fällt insgesamt kleiner aus und verschiebt sich aus dem Negativebereich in den Positivbereich. In der Kontrollgruppe verschiebt sich nur der Median leicht nach oben, die Streuung verschiebt sich insgesamt sogar leicht ins Negative. Im MSFC zeigte sich eine signifikante Verbesserung nach sechs Monaten nur in der Interventionsgruppe ($*p = 0,03$) (Abbildung 19).

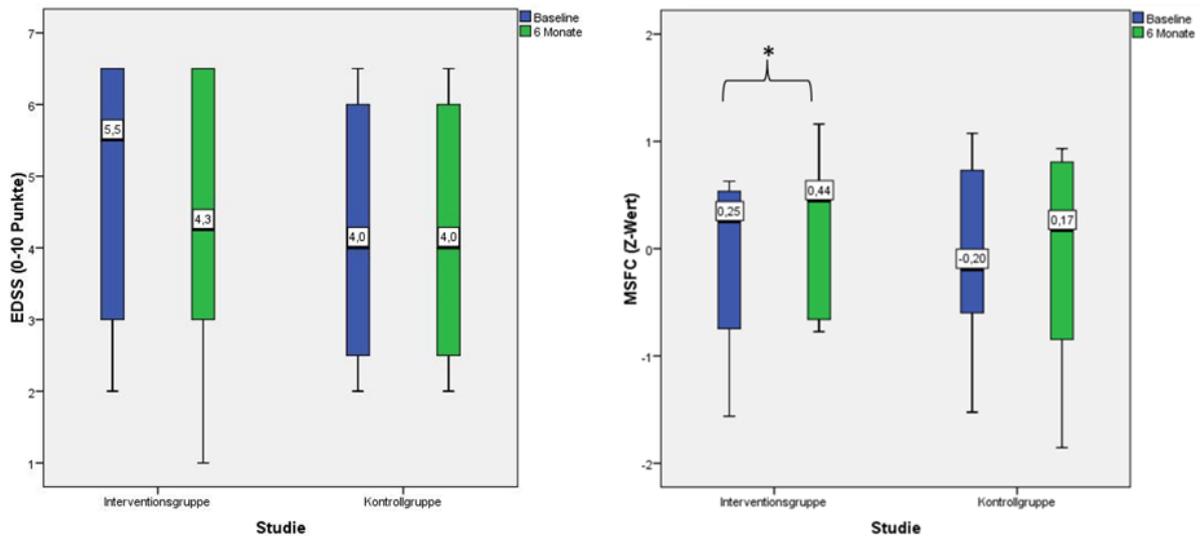


Abbildung 19 Expanded Disability Status Scale (EDSS) und Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC, Z-Werte), Baseline und 6 Monate
Interventionsgruppe $n = 10$, Kontrollgruppe $n = 14$, Wilcoxon Rangtest $*p = 0,03$

6.1.2 Verlaufskontrolle während der Intervention

Dargestellt werden die Ergebnisse der Befindlichkeitsdimensionen der Interventionsgruppe ($n = 10$) vor und nach jeder Trainingseinheit, das Belastungsempfinden nach einer gekletterten Route, sowie die offene Reflexion der Teilnehmer nach der Trainingseinheit.

Befindlichkeitsdimensionen

Wahrgenommene Körperliche Verfassung (WKV)

Die körperliche Befindlichkeit wurde über die sechsstufige *wahrgenommene körperliche Verfassung* mit den vier Dimensionen *Trainiertheit*, *Aktiviertheit*, *Gesundheit* und *Beweglichkeit* erfasst. Abbildung 20 stellt den Mittelwert der Summe der 18 Einheiten in den vier Dimensionen über die beiden Messezeitpunkte „vor“ und „nach“ der Trainingseinheit dar. Es zeigte sich in den drei Dimensionen *Gesundheit*, *Trainiertheit* und *Beweglichkeit* eine Steigerung der Summe der Mittelwerte und in der Dimension *Aktiviertheit* ein Absinken der Summe der Mittelwerte nach der jeweiligen Trainingseinheit.

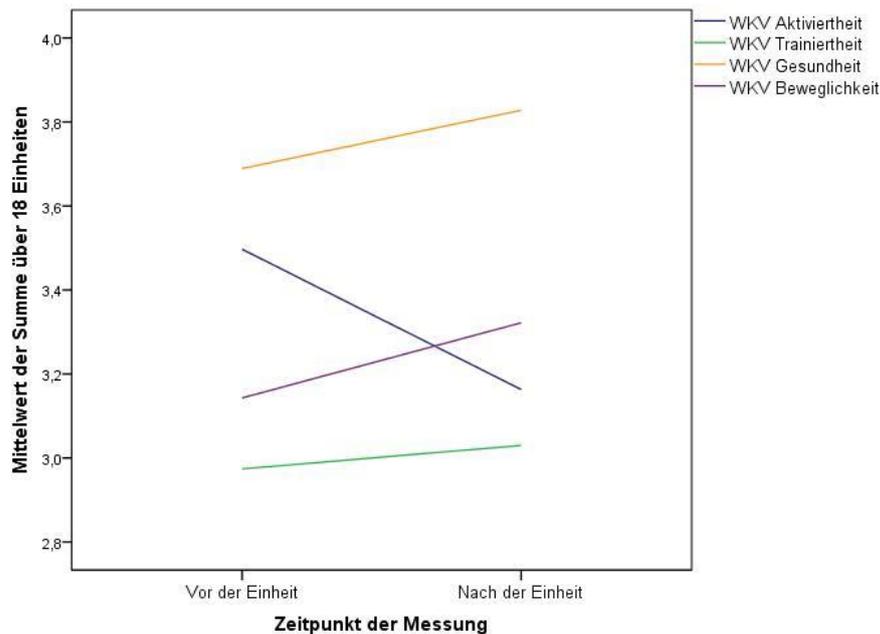


Abbildung 20 „Wahrgenommene körperliche Verfassung“ (WKV) vor und nach jeder Trainingseinheit
Mittelwerte der Summenwerte über 18 Einheiten der Teilnehmer der Klettergruppe für die vier Dimensionen „Trainiertheit“, „Aktiviertheit“, „Gesundheit“ und „Beweglichkeit“

Gemessen über den Vorzeichenrangtest nach Wilcoxon ergaben sich in den drei Dimensionen *Aktiviertheit* ($p = 0,08$; $\phi = 0,47$), *Gesundheit* ($p = 0,09$; $\phi = 0,44$) und *Beweglichkeit* ($p = 0,06$; $\phi = 0,50$) eine Tendenz mit einem moderaten bzw. starken Effekt (Tabelle 16). Die *Aktiviertheit* sank nach dem Training. Werden die Medianwerte im Zeitverlauf der ersten, neunten und 18. Einheit betrachtet, sind von der ersten zur 18. Einheit sowohl vor als auch nach dem Training in allen vier Dimensionen höhere Werte festzustellen.

Tabelle 16 Ergebnisse der Befindlichkeitsskala „Wahrgenommene körperliche Verfassung“ (WKV)
Vier Dimensionen: „Trainiertheit“, „Aktiviertheit“, „Gesundheit“ und „Beweglichkeit“, vor und nach jeder Trainingseinheit. Die Prüfung der Unterschiede der beiden Messzeitpunkte (Prä/Post der Einheit) erfolgte über die Summe der 18 Einheiten mittels Vorzeichenrangtest von Wilcoxon ($*p \leq 0,05$, einseitig)

Befindlichkeitsdimensionen	Zeitpunkt	Median (Q1; Q3)	Median (Q1; Q3)	Median (Q1; Q3)	Median (Q1; Q3)	MW (SD)	p-Wert*	Effektstärke (ϕ)	Teststärke (1- β)	
		Einheit 1	Einheit 9	Einheit 18						Summe 1-18
WKV										
Aktiviertheit	Prä	3,6 (2,6; 4,0)	4,0 (2,6 ; 4,8)	3,7 (3,1 ; 4,3)	3,58 (3,12 ; 4,05)	3,50 (0,84)	0,08	0,47	0,46	
	Post	3,2 (2,2; 4,4)	3,0 (2,2 ; 4,3)	3,7 (2,8 ; 4,3)	3,01 (2,38 ; 3,72)	3,16 (0,94)				
Trainiertheit	Prä	2,8 (1,9; 2,8)	3,0 (2,8 ; 3,2)	3,3 (2,9 ; 3,9)	2,99 (2,65 ; 3,30)	3,02 (0,67)	0,46	0,06	0,07	
	Post	2,8 (1,7; 3,3)	3,2 (2,9 ; 3,6)	3,6 (2,8 ; 4,0)	2,94 (2,53 ; 3,47)	3,03 (0,71)				
Gesundheit	Prä	3,4 (2,6; 4,1)	3,8 (3,1 ; 4,6)	4,4 (3,7 ; 4,7)	3,25 (2,71 ; 3,46)	3,69 (0,88)	0,09	0,44	0,41	
	Post	4,1 (3,4; 4,6)	4,1 (3,1 ; 4,7)	4,4 (3,7 ; 4,4)	3,21 (3,09 ; 3,55)	3,83 (0,81)				
Beweglichkeit	Prä	2,2 (2,1 ; 3,2)	3,2 (2,7 ; 3,4)	3,3 (2,5 ; 3,8)	3,74 (3,43 ; 4,29)	3,14 (0,70)	0,06	0,50	0,51	
	Post	2,7 (2,5 ; 3,6)	3,4 (2,9 ; 3,6)	3,6 (3,2 ; 4,1)	3,98 (3,46 ; 4,17)	3,32 (0,69)				

Eigenzustandsskala (EZ)

Die Eigenzustandsskala bewertet acht verschiedene Adjektivgruppen. In der grafischen Darstellung der Mittelwerte der Summe über die 18 Einheiten der einzelnen Adjektivgruppen war nach dem Training ein Anstieg in den Items *Kontaktbereitschaft*, *soziale Anerkennung*, *Selbstsicherheit* und *Stimmungslage* zu beobachten. Auch die Items *Ermüdung* und *Schläfrigkeit* verzeichneten einen Anstieg. Eine leichte Reduktion der Werte konnte in den Items *Anstrengungsbereitschaft*, und *Spannungslage* verzeichnet werden, dargestellt in Abbildung 21.

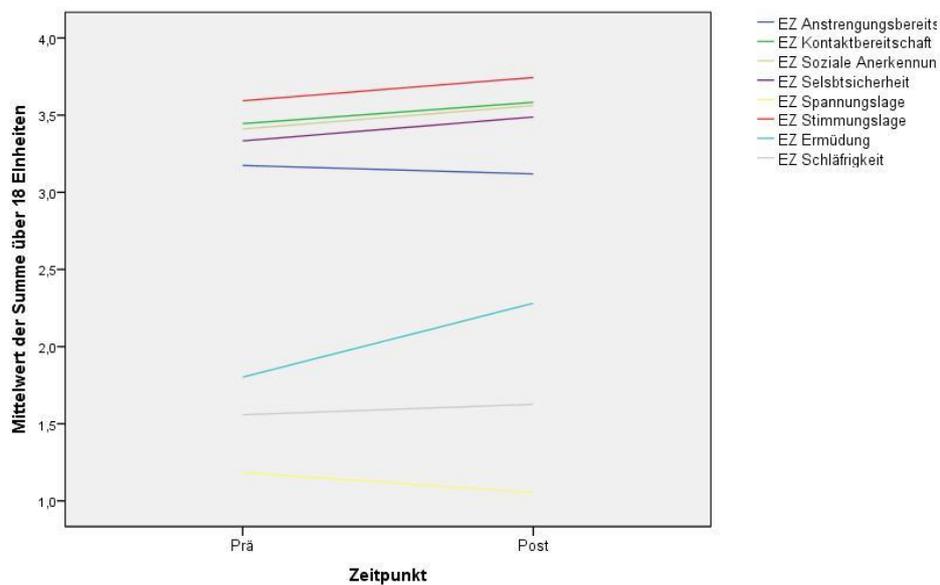


Abbildung 21 „Eigenzustandsskala“ (EZ) vor und nach jeder Trainingseinheit
Mittelwerte der Summenwerte der Teilnehmer der Klettergruppe über 18 Einheiten für die acht Dimensionen der Eigenzustandsskala

Werden die 18 Trainingseinheiten aufsummiert und in der Rangsumme berechnet, zeigte sich eine signifikante Erhöhung der Werte nach dem Training in den Items der Dimensionen *Kontaktbereitschaft* $p = 0,01$ ($\varphi = 0,73$), *soziale Anerkennung* $p < 0,001$ ($\varphi = 0,84$), *Selbstsicherheit* $p = 0,02$ ($\varphi = 0,63$) und *Stimmungslage* $p = 0,03$ ($\varphi = 0,62$), alle mit einem starken Populationseffekt und meist ausreichender Teststärke (73-100%). Die Items *Anstrengungsbereitschaft*, *Spannungslage*, *Ermüdung* und *Schläfrigkeit* ergaben in der Summe keine signifikante Veränderung zwischen den beiden Messzeitpunkten. Wobei sich niedrigere Werte mit einer Tendenz in den Items *Ermüdung* ($p = 0,07$) und *Spannungslage* ($p = 0,06$) zeigten, beide mit einem starken Effekt ($\varphi > 0,5$). Die Ergebnisse der Eigenzustandsskala werden in Tabelle 17 dargestellt. Werden die Werte über den Zeitverlauf (erste Einheit vor der Intervention und letzte Einheit nach der Intervention) betrachtet, ergab sich in allen Items eine positive Veränderung, außer in der *Schläfrigkeit*, hier stiegen die Werte an. Die Werte in der *Ermüdung* und *Spannungslage* sanken, alle anderen fielen höher aus.

Tabelle 17 Ergebnisse der Befindlichkeitsskala „Eigenzustandsskala“ (EZ)

Unterteilt in die acht verschiedenen Adjektivgruppen, erhoben jeweils vor und nach jeder Trainingseinheit. Die Prüfung der Unterschiede der beiden Messzeitpunkte (Prä/Post der Einheit) erfolgte über die Summe der 18 Einheiten mittels Vorzeichenrangtest von Wilcoxon (* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ einseitig)

Befindlichkeits- dimensionen	EZ	Zeitpunkt	Median	Median	Median	Median	MW (SD)	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Test- stärke (1- β)
			(Q1; Q3)	(Q1; Q3)	(Q1; Q3)	(Q1; Q3)				
			Einheit 1	Einheit 9	Einheit 18	Summe 1-18				
Anstrengungs- bereitschaft	Prä		3,0 (2,5 ; 4,0)	3,0 (3,0 ; 3,5)	3,5 (3,2 ; 4,0)	3,31 (2,73; 3,59)	3,17 (0,76)	0,39	0,10	0,08
	Post		3,0 (2,0 ; 3,5)	3,0 (3,0 ; 3,5)	3,8 (2,6 ; 4,0)	3,09 (2,59; 3,81)	3,12 (0,76)			
Kontakt- bereitschaft	Prä		3,5 (3,0 ; 4,0)	3,5 (3,1 ; 4,0)	3,8 (3,5 ; 4,0)	3,27 (2,95; 3,16)	3,45 (0,60)	0,01*	0,73	0,92
	Post		3,0 (3,0 ; 3,5)	3,5 (3,5 ; 4,0)	3,5 (3,1 ; 4,0)	3,51 (3,16; 3,90)	3,58 (0,54)			
Soziale Anerkennung	Prä		3,0 (3,0 ; 4,0)	3,3 (3,0 ; 3,5)	3,3 (3,0 ; 3,9)	3,17 (3,02; 3,12)	3,41 (0,56)	0,001**	0,84	1,00
	Post		3,5 (3,0 ; 4,0)	3,3 (3,0 ; 4,0)	4,0 (3,0 ; 4,0)	3,47 (3,12; 3,90)	3,56 (0,53)			
Selbstsicherheit	Prä		2,5 (2,0 ; 3,5)	3,5 (3,1 ; 3,9)	3,5 (3,1 ; 4,0)	3,36 (3,05; 3,13)	3,33 (0,70)	0,02*	0,63	0,76
	Post		3,5 (3,0 ; 3,5)	4,0 (3,5 ; 4,0)	4,0 (3,3 ; 4,0)	3,55 (3,13; 4,00)	3,49 (0,66)			
Stimmungslage	Prä		4,0 (4,0 ; 4,5)	3,5 (3,0 ; 4,0)	3,8 (3,5 ; 4,0)	3,55 (3,08; 3,30)	3,59 (0,69)	0,03*	0,62	0,73
	Post		4,0 (3,1 ; 4,4)	4,0 (4,0 ; 4,0)	4,0 (3,1 ; 4,0)	3,74 (3,30; 4,08)	3,74 (0,59)			
Spannungslage	Prä		1,5 (0,5 ; 1,5)	1,0 (1,0 ; 1,5)	1,0 (0,3 ; 1,0)	1,09 (0,53; 0,57)	1,18 (0,82)	0,06	0,52	0,55
	Post		2,0 (1,0 ; 2,5)	1,0 (1,0 ; 1,0)	1,0 (0,6 ; 1,0)	1,05 (0,57; 1,23)	1,05 (0,70)			
Ermüdung	Prä		1,5 (1,0 ; 2,0)	2,0 (1,1 ; 2,4)	1,8 (1,5 ; 2,0)	1,94 (1,35; 1,88)	1,80 (0,69)	0,07	0,50	0,51
	Post		2,5 (2,5 ; 3,)	2,3 (1,5 ; 3,0)	1,3 (1,0 ; 2,0)	2,35 (1,88; 2,84)	2,28 (0,63)			
Schläfrigkeit	Prä		1,0 (1,0 ; 2,0)	1,0 (0,5 ; 2,4)	1,8 (1,0 ; 2,4)	1,85 (0,99; 0,97)	1,56 (0,68)	0,41	0,09	0,08
	Post		1,5 (1,0 ; 2,5)	1,5 (1,5 ; 2,5)	1,5 (1,0 ; 2,5)	1,65 (0,97; 2,30)	1,63 (0,80)			

Borg-Skala

Das durchschnittliche Belastungsempfinden der Probanden pro Einheit wurde von jedem Teilnehmer nach einer gekletterten Route über die Borg-Skala bewertet. Gemittelt über alle Einheiten befand sich der Wert bei 14,3 (SD 0,6) und fällt unter die Kategorie „anstrengend“. Die gemittelten Minimal- und Maximalwerte der Probanden lagen bei 15,4 (SD 1,5) und 13,4 (SD 1,3). Die niedrigste Anstrengung empfanden die Probanden in der zweiten Einheit mit einem Mittelwert von 13,5 (SD 1,7) und die höchste Anstrengung in der 14. Einheit mit 15,0 (SD 1,5). Ein Proband zeigte einmalig Extremwerte von 9,0 und 20,0. Ohne diesen etwas niedrigeren Einzelwert von 9,0 lag die persönlich empfundene Anstrengung in keiner Einheit unter dem Wert von 12,0 („etwas anstrengender“).

Persönliche Reflexion

Die Probanden erhielten zusätzlich zu den Fragebögen in jeder Einheit die Möglichkeit zu einem offenen Kommentar über die jeweilige Einheit. Die einzelnen Kommentare der Einheiten über den gesamten Interventionszeitraum wurden unter Oberbegriffen zusammengefasst. Die zugeordneten Nennungen werden nachfolgend in Stichpunkten entsprechend der einzelnen Begriffsbereiche angeführt. Es werden positive und negative Nennungen unter dem Oberbegriff erfasst.

Oberbegriff, Anzahl der Nennungen und Beispiele:

- **Kletterleistung: 55 Nennungen,**

Bsp.: Technik; (fast) ganz oben; Füße setzen; Körperschwerpunkt.

- *Stimmung*: **45 Nennungen**,
Bsp.: Super; Spaß; Freude.
- *Motivation*: 39 Nennungen,
Bsp.: Ich weiß, was (wie viel) zu üben ist / was ich nächstes Mal verbessern kann;
vorab Vorbereitung / Kältebad; Vorfreude; neue Erfahrung.
- *Stolz / Bestätigung / Zufriedenheit*: 35 Nennungen,
Bsp.: So viel geht „alleine“; Ziel in Sicht, (aber) geschafft; überraschend gut heute.
- *Wahrnehmung / körperliches Befinden*: 32 Nennungen,
Bsp.: Positiver Stress; heute besser als letztes Mal, obwohl körperlich schlecht;
schlechte Woche; erschöpft; privater Stress; trotz Verletzung am Finger / kaputt
fühlen, geklettert; Kraft und Koordination fehlen; Einsatz Bein(e) heute schlecht.
- *Anstrengung*: 31 Nennungen,
Bsp.: Mehr Kraft; (totale) Erschöpfung; ohne Anstrengung; noch geh-fähig.
- *Grenzen / Eigenverantwortung*: 14 Nennungen,
Bsp.: Ich lerne, Kraft einzuschätzen; Rückschritt; Bezug des Alltags zur eigenen
Kletterleistung.
- *Gruppe*: 5 Nennungen,
Bsp.: Nette Gruppe; Unterstützung; sehe die Leistung bei anderen.
- *Konzentration*: 4 Nennungen,
Bsp.: Konzentrierter.
- *Kommunikation*: 1 Nennung,
Bsp.: Neue Gespräche.

Die zwei am häufigsten genannten Bereiche betreffen die motorische Ebene mit der „Kletterleistung“ und die psychosoziale Ebene mit der „Stimmung“. In der neunten und 18. Einheit erfolgte die Bitte um einen etwas ausführlicheren Kommentar unter Berücksichtigung der Schlagwörter „Alltag“, „Kletterleistung“, „Auswirkung“ und „Entwicklung“. Um einen möglichst genauen Einblick in die subjektiven Empfindungen der Teilnehmer zu bekommen, werden die Kommentare zu der ersten, neunten und letzten Einheit als Zitate im Anhang zusammen mit der Dokumentation des Programmes aufgeführt (Anhang A3). Exemplarisch werden zwei inhaltlich eher gegensätzliche Zitate dieser drei Termine hier wiedergegeben. Bei beiden Personen verbesserte sich der EDSS über die sechs Monate:

ID 1 (EDSS Baseline: 2,5; nach sechs Monaten: 1)

1. Einheit: „Anfangs keine Einschätzung! Keine Idee, was mich erwartet. Dann, an der Wand das Problem, dass ich mir körperlich nichts zutraue.“

9. Einheit: *„Alltag viel besser! Mehr Kraft in den Armen/Beinen, mehr Sicherheit und mehr Vertrauen in den Körper, dass man Dinge schaffen kann, vorher eher Schonhaltung. Haushalt erledigen viel besser und leichter, weil Erschöpfung nicht so schnell, bzw. gar nicht da ist. Vor allem linker Arm wieder besser (Pelzigkeit manchmal noch da, aber Kraft ist um einiges besser). Motivation für Alltagsdinge (wie Arbeit) wieder mehr da. Generell bewege ich mich wieder mehr, gehe viele Strecken zu Fuß, bzw. gehe viel spazieren. Werde jetzt mehr Sport machen. Im Sommer beim Schwimmen musste ich nach ein paar Metern immer Pause machen und die Arme waren danach schwer. Letzten Dienstag bin ich wieder zum ersten Mal geschwommen und habe zwei Bahnen ohne Pause geschafft und hab die Arme nicht mal gespürt. Eigentlich freue ich mich jeden Samstag aufs Klettern und auch auf die anderen. Im Dezember hatte ich psychisch eher ein Tief, aber das Klettern war wichtig und ich bin auch immer gekommen. Mittlerweile geht es mir wieder sehr gut und ich habe mehr Energie.“*

18. Einheit: *„Heute letztes Mal ☺. Lief richtig gut am Überhang, mehr getraut und zügig geklettert, dann ging auch mir die Kraft zu Ende! Grüne Überhangroute heute zum ersten Mal geschafft ☺.“*

ID 7 (EDSS Baseline: 2; nach sechs Monaten: 1,5)

1. Einheit: *„Etwas langatmig zu Beginn, aber cooles Gefühl in der Wand.“*

9. Einheit: *„Relativ deutliche Verbesserung Bewegungsautomatismen in der Wand (Standfestigkeit, Eindrehen, Vertrauen, den nächsten Griff/Tritt zu finden); keine Änderungen im Alltag wahrnehmbar, was daran liegt, dass ich keine besonderen körperlichen Herausforderungen suche.“*

18. Einheit: *„Dysarthrie aufgrund eines 1,5h Stunden Vortrages (Erschöpfung?), Cortison; pharmakologisch gestresst.“*

6.1.3 Kognition und Motorik

Kognition

In den kognitiven Parametern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen zu Beginn der Intervention. Erfasst wurden die Werte für den Bereich des Arbeitsgedächtnisses, der Aufmerksamkeit und der Konzentrationsleistung durch den *Faces Symbol Test (FST)*. Niedrige Zahlenwerte deuten hier auf eine gute kognitive Leistung hin. Für den FST liegen in der Kontrollgruppe 13 Datensätze vor, da ein Patient diesen Test nicht durchführen konnte. Die Werte der Kontrollgruppe befanden sich im FST

im Median unter dem Cut-off-Level von 3,0 Sek/ci, die Probanden der Kontrollgruppe waren also kognitiv unauffällig, die der Klettergruppe dagegen auffällig. Es zeigte sich beim FST eine Verbesserung in beiden Gruppen. Die Überprüfung der Differenzwerte aus beiden Messzeitpunkten erwies sich als nicht signifikant. Bei einer Teststärke von 24% zeigte sich ein moderater Effekt (Tabelle 18). Ergänzend werden die Werte des *Paced Auditory Serial Addition Tests (PASAT)* für die Informationsverarbeitung aus dem MSFC dargestellt. Auch hier verbesserten sich beide Gruppen ohne Signifikanzen, die Klettergruppe jedoch deutlicher.

Tabelle 18 Ergebnisse der kognitiven Tests „Faces Symbol Test“ (FST) und Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT), Baseline und 6 Monate
Die Differenzen (Baseline- 6 Monate) wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test geprüft (* $p \leq 0,05$, einseitig), Effektstärke Phi (ϕ) und Teststärke; Interventionsgruppe (IG: $n = 10$), Kontrollgruppe (KG: FST $n = 13$)

Kognition	Gruppe	Median (Q1; Q3) Baseline	Median (Q1; Q3) 6 Monate	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Teststärke (1- β)
FST [Sek/ci]	IG	3,35 (2,8; 4,7)	3,25 (2,5; 4,3)	0,17	0,20	0,24
	KG	2,60 (2,3; 3,5)	2,40 (2,1; 3,4)			
PASAT [Z-Wert]	IG	0,15 (-0,98; 0,53)	0,55 (-0,40; 1,09)	0,13	0,23	0,30
	KG	0,21 (-1,47; 0,48)	0,35 (-0,79; 0,94)			
PASAT [Anzahl]	IG	44 (27,3; 49,8)	51 (38,5; 57,3)			
	KG	45 (20,0; 49,0)	48 (33,8; 55,3)			

Motorik

In der Prüfung der Baseline-Daten auf Gruppenhomogenität zeigten nur die Parameter aus der Messung „hüftbreiter Stand“ auf der Kraftmessplatte für die Stabilität im Stand signifikante Unterschiede.

Ganganalyse

Das Gangbild der Personen mit MS wurde mit Hilfe eines videogestützten Ganganalysesystems untersucht (Kapitel 5.2.2) Die Ergebnisse werden in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19 Ergebnisse der einzelnen Parameter der Ganganalyse, Baseline und 6 Monate

Die Differenz der beiden Gruppen (Baseline – 6 Monate) wurde über den Mann-Whitney-U-Test ($*p \leq 0,05$, einseitig) geprüft und wird mit der Effektstärke Phi (ϕ) und Teststärke ($1-\beta$) dargestellt. Links (li), rechts (re), Einbein (EB), Doppel (DP), Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG)

Ganganalyse	Gruppe	Median (Q1; Q3)	Median (Q1; Q3)	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Teststärke ($1-\beta$)
T25FWT [Z-Wert]	IG	0,38 (-0,15 ; 0,50)	0,25 (-0,5 ; 0,57)	0,12	0,23	0,30
	KG	0,40 (-0,3 ; 0,56)	0,28 (-0,2 ; 0,56)			
Geschwindigkeit [m/Sek]	IG	1,62 (1,32 ; 1,78)	1,46 (1,32 ; 1,70)	0,06	0,32	0,48
	KG	1,50 (1,31 ; 1,71)	1,35 (1,12 ; 1,64)			
Spurbreite [m]	IG	0,11 (0,09 ; 0,16)	0,11 (0,08 ; 0,14)	0,27	0,13	0,15
	KG	0,10 (0,07 ; 0,13)	0,10 (0,07 ; 0,13)			
Knöchel-Hub re [m]	IG	0,10 (0,09 ; 0,14)	0,11 (0,09 ; 0,14)	0,04*	0,37	0,60
	KG	0,13 (0,10 ; 0,16)	0,12 (0,08 ; 0,13)			
Knöchel-Hub li [m]	IG	0,10 (0,08 ; 0,14)	0,10 (0,08 ; 0,13)	0,42	0,05	0,08
	KG	0,13 (0,08 ; 0,14)	0,12 (0,08 ; 0,14)			
EB-Kontaktzeit re [Sek]	IG	0,63 (0,56 ; 0,93)	0,63 (0,50 ; 1,27)	0,24	0,15	0,18
	KG	0,58 (0,54 ; 0,91)	0,64 (0,52 ; 0,84)			
EB-Kontaktzeit li [Sek]	IG	0,58 (0,52 ; 0,94)	0,64 (0,49 ; 1,12)	0,39	0,06	0,09
	KG	0,61 (0,56 ; 0,94)	0,60 (0,52 ; 0,89)			
DP-Kontaktzeit [Sek]	IG	1,12 (1,08 ; 1,87)	1,28 (1,07 ; 2,39)	0,07	0,33	0,51
	KG	1,22 (1,11 ; 1,86)	1,27 (1,07 ; 1,73)			
Schwungzeit re [Sek]	IG	0,60 (0,55 ; 0,85)	0,63 (0,53 ; 0,98)	0,39	0,06	0,09
	KG	0,57 (0,52 ; 0,76)	0,62 (0,54 ; 0,74)			
Schwungzeit li [Sek]	IG	0,67 (0,57 ; 0,87)	0,63 (0,55 ; 1,20)	0,46	0,02	0,06
	KG	0,58 (0,56 ; 0,83)	0,63 (0,56 ; 0,84)			
Kadenz [Sch./Min]	IG	47,61 (34,20 ; 53,82)	46,43 (33,33 ; 56,00)	0,05	0,33	0,51
	KG	46,78 (33,91 ; 54,80)	47,82 (34,69 ; 54,40)			

Wird die *Geschwindigkeit* des Fußes für einen einzelnen Schritt des Schrittzklus betrachtet, wiesen beide Gruppen nach sechs Monaten eine geringere Geschwindigkeit auf. Die Analyse der Differenzwerte zeigte keinen signifikanten Gruppenunterschied in Bezug auf die Geschwindigkeit. Abbildung 22 demonstriert im Box-Plot, dass sich der Median in beiden Gruppen verringerte, die Streuung aber in der Kontrollgruppe deutlich größer ist und sich Ausreißer erkennen lassen.

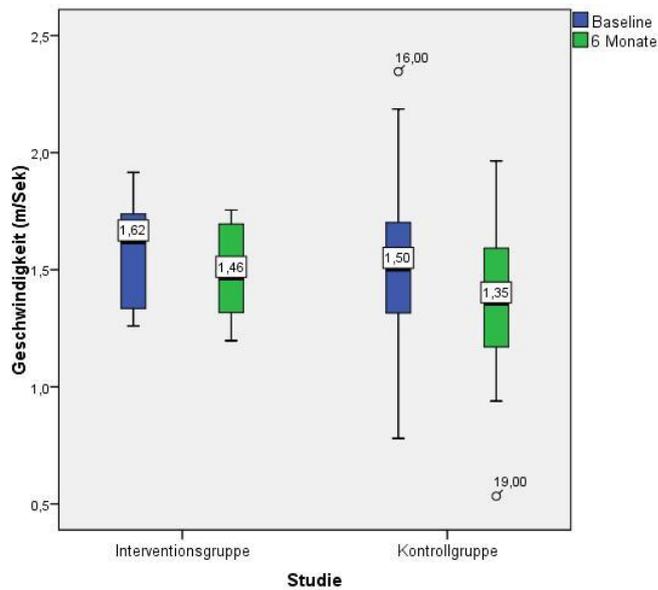


Abbildung 22 Ganganalyse: Geschwindigkeitsmessung eines Schrittzklus beider Gruppen, Baseline und 6 Monate

Der Wert der *Spurbreite* betrug in der Interventionsgruppe zu Beginn im Median 10,63 cm (8,64; 15,50) und änderte sich nach der Intervention auf 11,06 cm (8,06; 13,68), in der Kontrollgruppe blieben die Medianwerte konstant bei 10 cm (Abbildung 23). Auch wenn sich der Median um etwa 0,5 cm vergrößerte, zeigt die graphische Darstellung ein homogeneres Verhalten der Gruppe nach der Intervention, hier mit einer größeren Streuung.

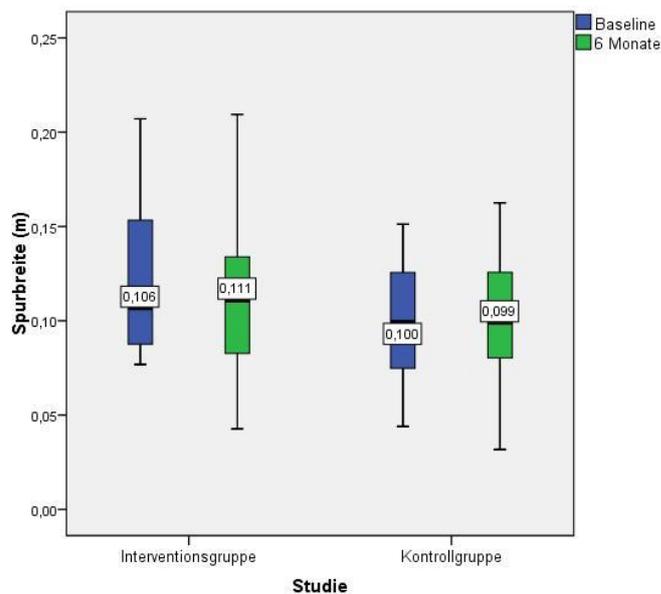


Abbildung 23 Ganganalyse: Spurbreite beider Gruppen, Baseline und 6 Monate

Der Median der *Doppelkontaktzeit* eines Schrittzklus zeigte, dass sich dieser in der Interventionsgruppe mit 0,16 Sekunden deutlicher verlängerte als in der Kontrollgruppe

mit 0,05 Sekunden. Bei der Überprüfung der Gruppenunterschiede ließ sich eine Tendenz ($p = 0,07$) nachweisen. Die *Kadenz* der Interventionsgruppe sank im Median von 47,6 auf 46,4 und stieg in der Kontrollgruppe von 46,8 auf 47,8 an. Auch für die *Kadenz* zeigte sich eine Tendenz ($p = 0,05$) bei der Überprüfung der Differenzen. Beide Parameter wiesen einen mittleren Effekt von 0,3 und eine geringe Teststärke von 50% auf (Tabelle 19).

Die Werte des *Knöchelhub rechts* und *links* verringerten sich in der Kontrollgruppe, wohingegen sich der *Knöchelhub rechts* der Klettergruppe vergrößerte und *links* konstant blieb. Die Berechnung der Differenzwerte zeigte eine signifikante Veränderung für den *Knöchelhub rechts* ($p = 0,04$) mit einer moderaten Effektstärke von 0,37 bei einer Teststärke von 60%.

In keiner der beiden Gruppen ergaben sich signifikante Veränderungen für die Werte der *Einbeinkontaktzeit rechts* und *links* und die Werte der *Schwungbeinphase rechts* und *links* (Tabelle 19).

Stabilität im Stand

Die Daten für die Stabilität im Stand wurden mit der *Kraftmessplatte (KMP)* und dem *S3 Check* erhoben. Geringere Werte bei den Variablen deuten auf einen stabileren Stand hin. Nach der Anwendung der Ausschlusskriterien reduzierten sich die Werte für den *S3 Check* in jeder Gruppe auf sieben Probanden. Die Position „*hüftbreiter Stand*“ auf der *KMP* verzeichnete 21 vollständige Wertepaare für Eingangs- und Ausgangstest und die Position „*Beine zu*“ 19 vollständige Wertepaare. Tabelle 20 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse aus den Gleichgewichtsmessungen.

Kraftmessplatte

In der Interventionsgruppe verringerten sich für beide Messpositionen („*hüftbreiter Stand*“ und „*Beine zu*“) die Medianwerte in anterior-posteriore Richtung (SD X-Richtung), die Medianwerte in medio-laterale Richtung (SD Y-Richtung) dagegen erhöhten sich (Tabelle 20). Die Streuung in AP-Richtung fiel nur in der Interventionsgruppe in der Position „*hüftbreiter Stand*“ im Vergleich zu den anderen Positionen auffällig hoch aus. Überprüft man die Differenzwerte Prä-Post der beiden Gruppen, bestätigt sich für die Position „*hüftbreiter Stand*“ eine signifikante Veränderung in beiden Variablen (SD AP-Richtung: $p \leq 0,001$, $\phi = 0,71$; SD ML-Richtung: $p = 0,04$, $\phi = 0,38$). Die Effektstärke in AP-Richtung ist mit 0,71 hoch bei einer gesicherten Teststärke von 100%.

Für die Position „*Beine zu*“ lässt sich mit einer mittleren Effektstärke nur eine Tendenz für die Abweichung der SD in ML-Richtung in der Interventionsgruppe erkennen ($p = 0,07$, $\phi = 0,36$), die Werte für die SD der AP-Richtung zeigten keine Signifikanzen.

Der Median für die Ellipse im „*hüftbreiten Stand*“ verringerte sich in den Werten der Interventionsgruppe, in der Kontrollgruppe stieg der Median dagegen leicht an (Tabelle 20). Die moderate Effektstärke mit 0,3 für die Ellipse unterstützt die Aussage aus den

Einzelwerten. Für die Werte „Beine zu“ verringerten sich die Werte der Ellipse in beiden Gruppen (Tabelle 20). Das Ergebnis der Ellipse zeigte hier für beide Positionen keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 20 Ergebnisse der Kraftmessplatte (KMP), Baseline und 6 Monate

*Zur besseren Darstellung wurden die Ergebnisse der KMP in Meter umgerechnet ($\times 1000$): Position „hüftbreiter Stand“ ($n = 21$) und „Beine zu“ ($bz, n = 19$) der beiden Standardabweichungen (SD) in X- und Y-Richtung und der daraus resultierenden Ellipse. Die Differenz der beiden Gruppen (Baseline - 6 Monate) wurde über den Mann-Whitney-U-Test ($*p \leq 0,05$, einseitig) geprüft und mit der Effektstärke Phi (ϕ) und Teststärke ($1-\beta$) dargestellt, Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG)*

Kraftmessplatte	Gruppe	Median	Median	p-Wert *	Effektstärke (ϕ)	Teststärke ($1-\beta$)
		(Q1; Q3) Baseline	(Q1; Q3) 6 Monate			
SD X [mm]	IG	9,52 (7,11 ; 14,82)	3,11 (2,51 ; 4,62)	0,0003**	0,71	1,00
	KG	2,87 (1,56 ; 6,23)	4,09 (1,43 ; 6,78)			
SD Y [mm]	IG	2,57 (1,10 ; 4,79)	4,67 (3,73 ; 6,56)	0,04*	0,38	0,57
	KG	4,64 (3,45 ; 7,72)	5,04 (3,38 ; 10,00)			
Ellipse [mm ²]	IG	0,08 (0,02 ; 0,19)	0,05 (0,03 ; 0,07)	0,10	0,29	0,38
	KG	0,04 (0,02 ; 0,15)	0,07 (0,01 ; 0,21)			
SD X bz [mm]	IG	11,02 (7,91 ; 15,02)	7,98 (5,80 ; 11,96)	0,39	0,07	0,09
	KG	7,37 (5,27 ; 13,27)	5,70 (4,54 ; 6,84)			
SD Y bz [mm]	IG	5,10 (3,96 ; 7,74)	6,16 (5,06 ; 7,64)	0,07	0,36	0,49
	KG	6,95 (3,87 ; 11,86)	4,94 (3,90 ; 9,76)			
Ellipse bz [mm ²]	IG	0,18 (0,09 ; 0,38)	0,17 (0,10 ; 0,24)	0,22	0,19	0,20
	KG	0,17 (0,07 ; 0,49)	0,09 (0,06 ; 0,20)			

Abbildung 24 zeigt die Gesamtveränderung der beiden Standardabweichungen in AP und ML Richtung von Vor- und Nachtest im „hüftbreiten Stand“ in einem gestapelten Diagramm. Hier werden die Unterschiede von Interventions- und Kontrollgruppe deutlich sichtbar.

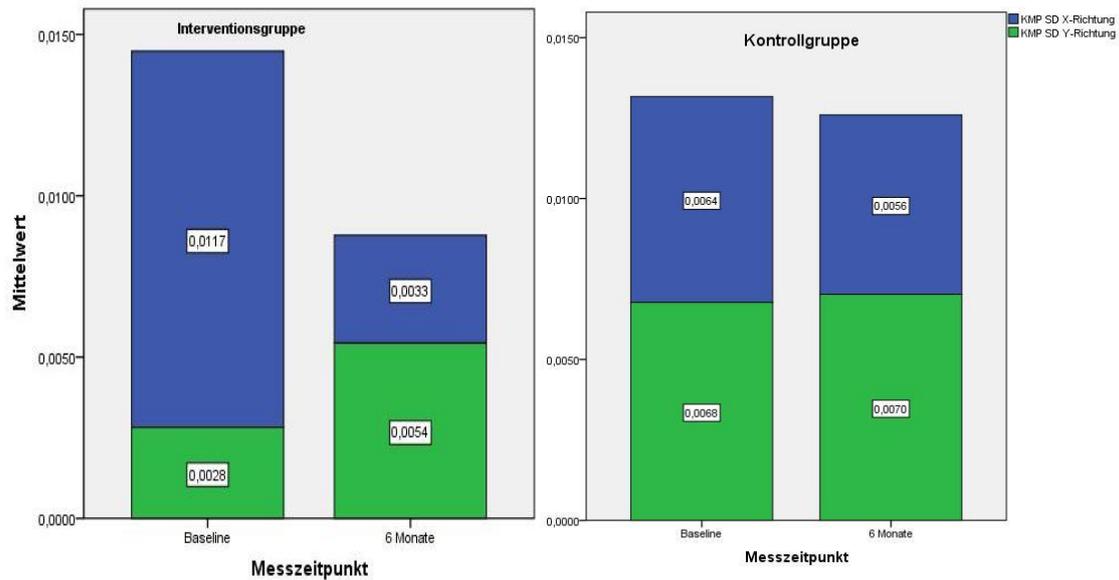


Abbildung 24 Stabilität im Stand: Bewegung im hüftbreiten Stand auf der Kraftmessplatte (KMP), Baseline und 6 Monate
Mittelwerte der Standardabweichung (SD) der anterior-posterioren (X-) und medio-lateralen (Y-Richtung)

S3 Check

Der Median der Messungen mit dem S3 Check verringerte sich für den Stabilitätsindex in der Interventionsgruppe von 5,8 auf 5,6 und im Sensomotorikindex von 5,1 auf 4,6. Die Median-Werte der Kontrollgruppe hingegen erhöhten sich im Stabilisationsindex von 5,0 auf 5,5 und verringerten sich im Sensomotorikindex von 4,6 auf 4,3. Tabelle 21 zeigt die Werte in der Zusammenfassung.

Tabelle 21 Ergebnisse des S3 Check, Baseline und 6 Monate

Einzelresultate der Messungen Stabilitätsindex und Sensomotorikindex. Die Differenz der beiden Gruppen (Baseline – 6 Monate) wurde mittels Mann-Whitney-U-Test ($*p \leq 0,05$, einseitig) geprüft und zusammen mit der Effektstärke Phi (ϕ) und Teststärke ($1-\beta$) dargestellt; Interventionsgruppe (IG, $n = 7$); Kontrollgruppe (KG, $n = 7$)

S3 Check	Gruppe	Median	Median	p-Wert*	Effektstärke (ϕ)	Teststärke ($1-\beta$)
		(Q1; Q3) Baseline	(Q1; Q3) 6 Monate			
Stabilitätsindex	IG	5,8 (5,4; 6,4)	5,6 (4,5; 6,0)	0,04*	0,48	0,61
	KG	5,0 (4,8; 6,5)	5,5 (4,5; 6,4)			
Sensomotorikindex	IG	5,1 (4,4; 6,3)	4,6 (4,0; 5,0)	0,20	0,24	0,22
	KG	4,6 (3,7; 5,6)	4,3 (3,7; 5,3)			

Abbildung 25 zeigt die Ergebnisse für den Stabilitäts- und Sensomotorikindex des S3 Check. In der Interventionsgruppe verbesserten sich beide Werte mit $p = 0,03$ signifikant über die Zeit. Bei der Überprüfung der Differenzwerte der Gruppen kann für den Stabilitätsindex ein signifikanter Unterschied ($p = 0,04$) mit einem starken Effekt von 0,5 angenommen werden, wobei die Teststärke nur 61% beträgt (Tabelle 21). Der Ausreißer aus dem Negativbereich vor der Intervention war nach den sechs Monaten Intervention in

den Bereich der Quartile integriert. Auch wird graphisch in Abbildung 25 deutlich, dass sich in der Kontrollgruppe kaum Veränderungen zeigen.

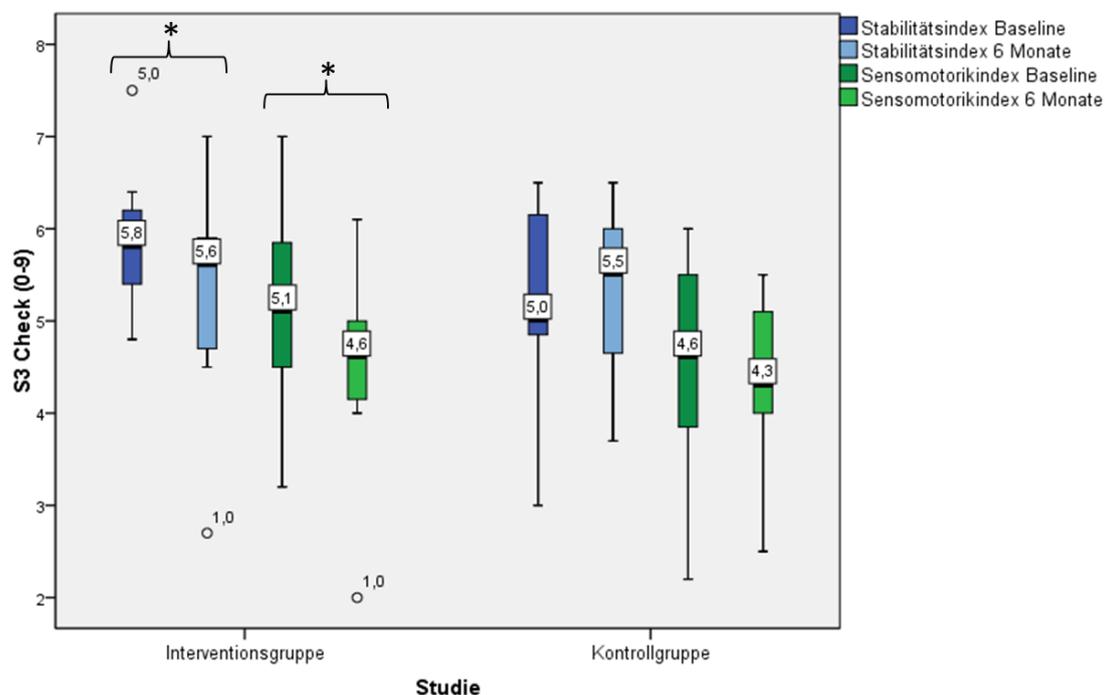


Abbildung 25 Stabilität im Stand: S3 Check, Baseline und 6 Monate
Stabilitätsindex und Sensomotorikindex der Interventions- und Kontrollgruppe (jeweils $n = 7$), beide Werte in der IG: $*p = 0,03$, KG: nicht signifikant

6.1.4 Psychosoziale Faktoren

In der Prüfung zu Beginn der Intervention zeigten sich in den Werten zu den einzelnen Testverfahren der psychosozialen Faktoren keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Lebensqualität

Die Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität erfolgte über den Fragebogen HARLEMS. Ein niedrigerer Wert deutet hier auf eine bessere Lebensqualität hin (Abbildung 26).

Die Ergebnisse werden in Tabelle 22 dargestellt. Der Median sank in beiden Gruppen über die Zeit. Überprüft man die Differenz der beiden Gruppen mittels Mann-Whitney-U-Test zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p = 0,01$) mit einem mittleren Effekt von 0,48 bei einer relativ gesicherten Teststärke von 83%.

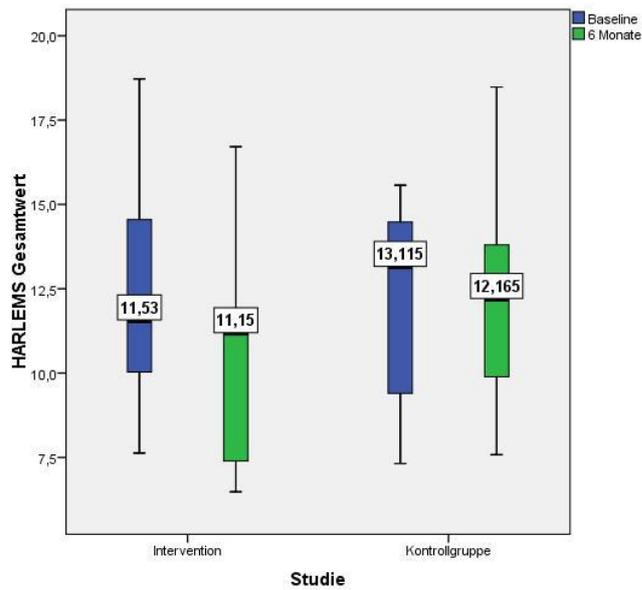


Abbildung 26 Lebensqualität (HARLEMS), Baseline und 6 Monate

Bezüglich der Unterkategorien des HARLEMS bestätigte sich eine signifikante Verbesserung mit einem mittleren Effekt in der Interventionsgruppe in beiden Kategorien der Beweglichkeit. Die Ergebnisse zu den der Differenzen der beiden Messzeitpunkte zeigten in der Kategorie Beweglichkeit UE eine p-Wert von $0,02$ ($\phi = 0,40$) und in der Kategorie Beweglichkeit OE einen p-Wert von $0,03$ ($\phi = 0,38$) beide mit einer Teststärke $> 60\%$. Auch wenn die Kategorien Fatigue, Stimmung und Kommunikation keine signifikanten Ergebnisse zeigten, ergaben sich kleinere Effekte zwischen $0,2$ und $0,3$.

Tabelle 22 Ergebnisse des Fragebogens HARLEMS (Lebensqualität), Baseline und 6 Monate Median (Quartil 1; 3), Die Differenzen (Baseline – 6 Monate) wurden mittels Mann-Whitney-U-Test ($p \leq 0,05$, einseitig) geprüft; die Effektstärke wird in Phi (ϕ) und die Teststärke mit $1-\beta$ angegeben. Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Untere Extremität (UE), Obere Extremität (OE)*

Lebensqualität	Gruppe	Median (Q1; Q3) Baseline	Median (Q1; Q3) 6 Monate	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Teststärke ($1-\beta$)
HA Gesamt	IG	11,5 (9,8; 14,7)	11,2 (7,3; 12,0)	0,01*	0,48	0,83
	KG	13,1 (9,3; 14,5)	12,2 (9,5; 13,9)			
Fatigue	IG	2,4 (1,2; 3,1)	1,5 (1,4; 2,1)	0,12	0,25	0,34
	KG	2,9 (1,2; 3,6)	2,1 (1,4; 3,1)			
Beweglichkeit UE	IG	3,7 (2,2; 4,4)	3,1 (1,4; 2,1)	0,02*	0,40	0,67
	KG	3,6 (2,7; 4,4)	3,3 (2,8; 4,3)			
Beweglichkeit OE	IG	1,8 (1,5; 2,5)	1,3 (1,2; 1,9)	0,03*	0,38	0,62
	KG	1,8 (1,4; 2,6)	1,9 (1,4; 2,6)			
Kommunikation	IG	2,1 (1,7; 2,5)	1,9 (1,6; 2,1)	0,18	0,19	0,23
	KG	1,6 (1,2; 2,1)	1,5 (1,0; 2,2)			
Stimmung	IG	2,3 (1,7; 2,9)	1,9 (1,6; 2,9)	0,10	0,27	0,38
	KG	1,9 (1,6; 3,1)	2,2 (1,5; 3,5)			

Fatigue

Der Zustand der Fatigue wurde mit dem Fragebogen WEIMuS erfasst, ein niedrigerer Wert bedeutet eine geringere Fatigue. Das Ausgangsniveau der beiden Gruppen unterschied sich zu Beginn der Intervention zwar nicht signifikant, aber im Median um 10 Punkte (IG: 36 (25,8; 46,5); KG: 26 (5,8; 45,3)). Der Wert der Interventionsgruppe lag über dem kritischen Wert von 32. Abbildung 27 stellt anhand der Box-Whisker-Plots die Verteilung der beiden Gruppen anschaulich dar.

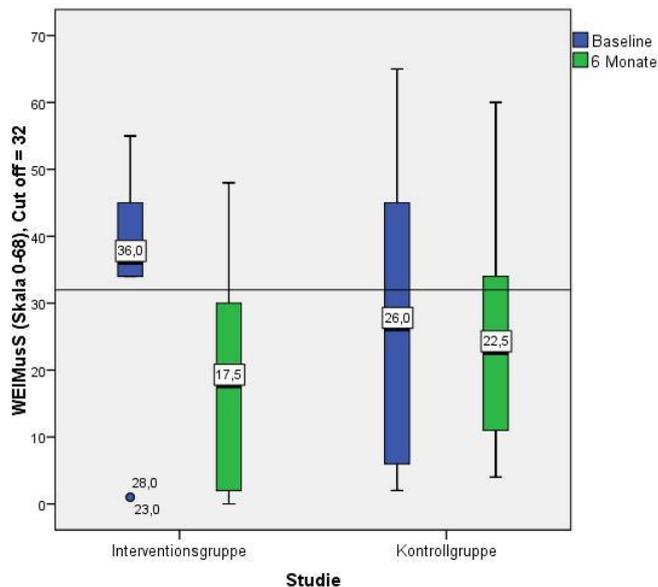


Abbildung 27 Fatigue (WEIMuS), Baseline und 6 Monate

In den Posttestmessungen zeigte die Interventionsgruppe im Median eine deutliche Verbesserung auf einen niedrigeren Punktwert von 17,5 (1,8; 32,5) gegenüber der Kontrollgruppe von 22,5 (10,8; 34,3). Die Prüfung der Differenzen ergab keine signifikante Unterscheidung ($p = 0,14$), auch wenn sich hier ein moderater Effekt von 0,30 zeigte. Die Teststärke ist mit 44% gering. Im Bereich der körperlichen Fatigue zeigte sich eine signifikante Verbesserung mit moderatem Effekt ($p = 0,06$; $\phi = 0,38$; $1-\beta = 62\%$). Tabelle 23 stellt die Ergebnisse des Fragebogens WEIMuS mit den beiden Subkategorien für körperliche und kognitive Fatigue dar.

Tabelle 23 Ergebnisse des Fragebogens WEIMuS (Fatigue), Baseline und 6 Monate

Die Differenzen (Baseline – 6 Monate) wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test ($*p \leq 0,05$, einseitig) geprüft, IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe

Fatigue	Gruppe	Median (Q1; Q3) Baseline	Median (Q1; Q3) 6 Monate	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Teststärke ($1-\beta$)
WEIMuS	IG	36,0 (25,8; 46,5)	17,5 (1,8; 32,5)	0,15	0,30	0,44
	KG	26,0 (5,8; 45,3)	22,5 (10,8; 34,3)			
WEIMuS-körperlich	IG	20,5 (10,8; 24,8)	11,0 (1,8; 20,0)	0,03*	0,38	0,62
	KG	13,5 (4,0; 24,0)	14,0 (7,5; 21,8)			
WEIMuS-kognitiv	IG	18,5 (10,5; 23,3)	4,0 (0; 15,3)	0,10	0,26	0,36
	KG	12,5 (1,8; 21,8)	9,5 (1,5; 15,0)			

Selbstwirksamkeit und Selbstwert

Die Auswirkungen auf die Selbstwirksamkeit und den Selbstwert wurden mit den beiden Fragebögen *Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE)* und *Multidimensionale Selbstwertskala (MSWS)* erhoben. In beiden Skalen werden höhere

Werte als eine Verbesserung des Parameters angesehen. Dargestellt sind diese Ergebnisse in Tabelle 24.

Die Ergebnisse der Skala *SWE* zeigen in beiden Gruppen eine Steigerung der Werte für die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (Abbildung 28). Beide Gruppen befinden sich in etwa auf dem gleichen Ausgangsniveau.

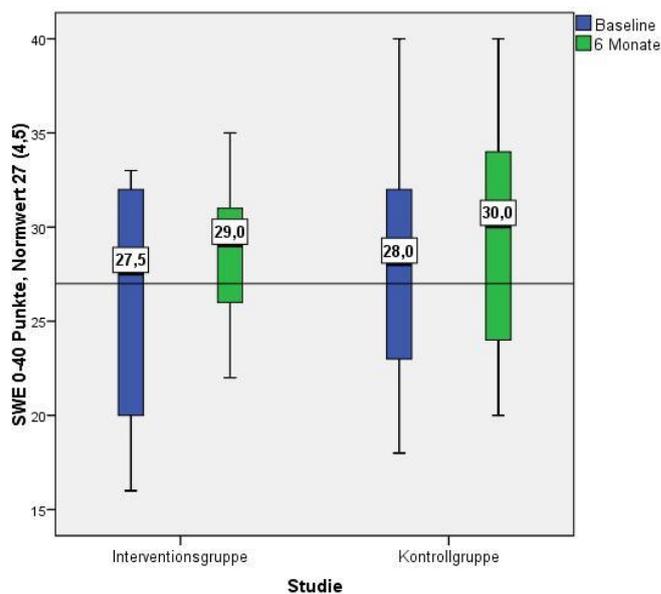


Abbildung 28 Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Baseline und 6 Monate

Der Median beider Gruppen verhält sich ähnlich. Die IG verbessert sich von 27,5 Punkten (19,5; 32,0) auf 29,0 Punkte (25,0; 32,0). Der Median der KG erhöht sich von 28 (22,5; 32,8) auf 30 Punkte (23,5; 34,5), wobei die Streuung hier deutlich größer ist. Bei der Überprüfung der Messwerte anhand der Differenz zeigte sich eine Tendenz ($p = 0,07$) mit einer moderaten Wirkung von 0,4 bezüglich der Effektstärke.

Die „Multidimensionale Selbstwertkala“ (MSWS) ist hierarchisch aufgebaut. Auf der obersten Ebene befindet sich der „Gesamtselbstwert“. Dieser setzt sich zusammen aus der „Allgemeinen Selbstwertschätzung“ (ASW) und der „Körperbezogenen Selbstwertschätzung“ (KSW). Die Punktwerte wurden mit Hilfe der Wertetabelle des Manuals alters- und geschlechtsspezifisch normiert und in T-Werte umgewandelt.

Die Werte der Interventionsgruppen veränderten sich im Median hinsichtlich der beiden Messzeitpunkte der Variablen „Gesamtselbstwert“ um einen Punkt nach oben (Prä / Post: 54,0 (41,8; 60,3) / 55,0 (42,3; 61,8)). Der Wert der Kontrollgruppe verringerte sich vom Vortest zum Nachtest um 2 Punkte (Prä / Post: 52,0 (44,5; 60,5) / 50,0 (44,0; 59,5)). Die Kontrollgruppe wies ein insgesamt etwas niedrigeres Niveau auf, als die Interventionsgruppe (Abbildung 29).

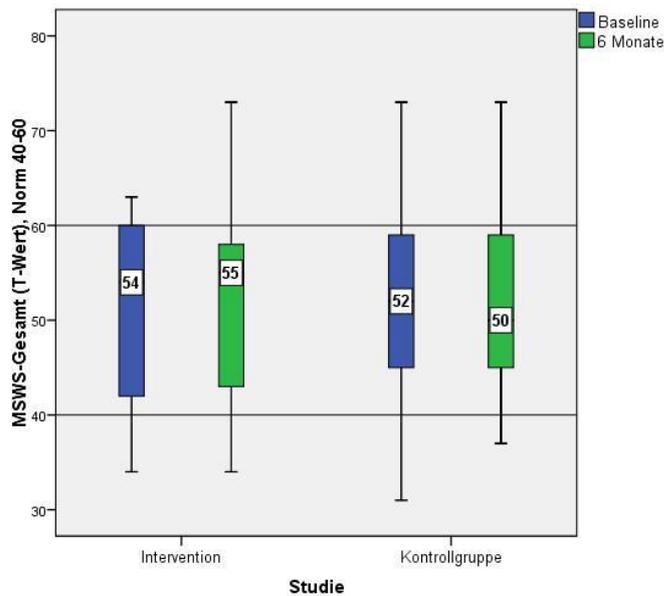


Abbildung 29 Gesamtselbstwert (MSWS T-Wert), Baseline und 6 Monate

Etwas ausgeprägter stellte sich diese gegenläufige Veränderung in den Ergebnissen der Kategorie „Körperbezogene Selbstwertschätzung“ dar. Während sich der Median der Kontrollgruppe im Vergleich zum Vortest um 5 Punkte verringerte (Prä / Post: 53,5 (40,5; 59,3) / 48,5 (41,8; 59,0)), erhöhte er sich in der Interventionsgruppe um 1,5 Punkte (Prä / Post 52,5 (42,8; 57,3) / 54,0 (38,3; 58,5)). Signifikante Unterschiede zeigten sich in keiner der Kategorien (Tabelle 24).

Tabelle 24 Ergebnisse des Fragebogens SWE (Selbstwirksamkeitserwartung) und des MSWS (Selbstwert; T-Wert), Baseline und 6 Monate

Skala zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Unterkategorien der „Multidimensionalen Selbstwertskala“ (MSWS): „Allgemeine Selbstwertschätzung“ (ASW) und „Körperbezogene Selbstwertschätzung“ (KSW). Die Differenzen (Baseline – 6 Monate) wurde mittels Mann-Whitney-U-Test (einseitig, $p \leq 0,05^*$) geprüft; IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe

Selbstkonzept	Gruppe	Median (Q1; Q3) Baseline	Median (Q1; Q3) 6 Monate	p-Wert *	Effekt- stärke (ϕ)	Teststärke (1- β)
SWE	IG	27,5 (19,5; 32,0)	29,0 (25,0; 32,0)	0,09	0,27	0,38
	KG	28,0 (22,5; 32,8)	30,0 (23,5; 34,5)			
MSWS T-Wert (Gesamt)	IG	54,0 (41,8; 60,3)	55,0 (42,3; 61,8)	0,14	0,22	0,28
	KG	52,0 (44,5; 60,5)	50,0 (44,0; 59,5)			
MSWS-ASW	IG	54,0 (44,3; 60,3)	54,5 (45,3; 63,0)	0,27	0,13	0,15
	KG	53,0 (44,3; 59,3)	51,0 (45,8; 59,0)			
MSWS-KSW	IG	52,5 (42,8; 57,3)	54,0 (38,3; 58,5)	0,08	0,30	0,44
	KG	53,5 (40,5; 59,3)	48,5 (41,8; 59,0)			

Aufgrund einzelner fehlender Werte wurde entsprechend den Empfehlungen des Manuals von einer Analyse der weiteren Subkategorien abgesehen²⁸².

6.2 Dreijahres-Follow-up

Die Integration in die bestehende Gruppe „MS on the Rocks“ des Kuratoriums für Prävention und Rehabilitation der TUM e.V. ermöglichte von organisatorischer Seite eine reibungslose Weiterführung des Programms zu den vorab entwickelten Bedingungen. Aus ethischen Gründen wurde auf eine Kontrollgruppe verzichtet.

6.2.1 Studienpopulation

Tabelle 25 zeigt die deskriptiven Daten der Stichprobe aus dem Follow-up zum ersten Messzeitpunkt ($n = 35$). Auch hier bestand bei allen Probanden eine gesicherte Diagnose der Erkrankung MS. Das mittlere Alter zum ersten Messzeitpunkt betrug 45 Jahre ($SD = 7,2$). Der jüngste Teilnehmer war 27 Jahre und der älteste Teilnehmer 61 Jahre alt. In der Gesamtgruppe übten 20 von 35 Teilnehmern aktuell eine berufliche Tätigkeit aus. Der prozentuale Anteil an weiblichen Teilnehmern lag mit 54,3% etwas niedriger als sonst in der Verteilung der Population bei PmMS üblich.

*Tabelle 25 EDSS, demografische und klinische Daten des Follow-ups
Median und Mittelwerte der Baseline; Verlaufsdaten der EDSS zu den drei Messzeitpunkte. Probandenzahl
Baseline und 6 Monate n = 35; 3 Jahre n = 21. Allgemeine Depressionsskala (ADS); Cut-off-Wert ADS >23;
die Anzahl der Daten reduzierte sich an der Baseline für den ADL aufgrund des Lügenkriteriums auf n = 28*

Stichprobe (n = 35)	Häufigkeit (%)	MW (SD)	Min / Max
Follow up	Median (Q1; Q3)		
Geschlecht (m/w) [n]	16 (45,7%) / 19 (54,3%)		
Alter [Jahre]	45 (41; 49)	44,9 (7,2)	27 / 61
Arbeitsfähig (ja) [n]	20 (57,1%)		
Erkrankungsdauer [Jahre]	11 (5; 17)	12 (8,6)	0 / 36
EDSS Baseline [Punktwert]	4,0 (2,5; 6,0)	4,1 (1,6)	1,5 / 6,5
EDSS 6 Monate [Punktwert]	4,0 (2,5; 6,0)	4,3 (1,8)	1,0 / 7,0
EDSS 36 Monate [Punktwert]	4,0 (2,9; 6,5)	4,3 (1,8)	2,0 / 7,0
Krankheitsaktivität (ja) [n]	21 (60,0%)		
Hilfsmittel (keine / Gehilfe / Rollstuhl) [n]	19 (54,3%) / 10 (28,6%) / 5 (14,3%)		
Verlaufsform (RRMS / SPMS / PPMS) [n]	16 (45,7%) / 15 (42,9%) / 4 (11,4%)		
Medikation (Basis / Eskalation / keine) [n]	15 (42,9%) / 7 (20,0%) / 13 (37,1%)		
Sportliche Aktivität (ja) [n]	15 (42,9%)		
Depression Allg. FB (ja) [n]	15,0 (42,9%)		
Antidepressiva (ja) [n]	9,0 (25,7%)		
ADS (n = 28)	13,5 (7,3; 21,5)	15 (10,3)	2 / 39
ADS > 23	6,0 (21,4%)		

Der *EDSS-Wert* wurde mittels Fragebogen und Arztbrief erfasst und lag bei einem Median von 4,0 Punkten (2,5; 6,0), mit dem niedrigsten Wert von 1,5 und dem höchsten Wert von 6,5 Punkten. Etwas über die Hälfte der Teilnehmer wiesen einen chronisch progredienten Verlauf auf (SPMS 43% und PPMS 11%) und 46% der Teilnehmer einen schubförmigen Verlauf (RRMS). Der Median der Erkrankungsdauer lag bei 11 Jahren (15; 17). Bezüglich MS-spezifischer Medikamente nahmen 37% keine Medikamente, 43% wurden mit einer Basistherapie und 20% mit einer Eskalationstherapie behandelt. Fünf Patienten (14%) waren im Alltag auf einen Rollstuhl angewiesen und 10 Patienten (29%) benötigten eine Gehilfe.

Bei den am häufigsten genannten Symptomen aus dem *Allgemeinen Fragebogen* handelte es sich, wie bei den Werten aus der ersten Stichprobe „TKMS“, um Gang- und Gleichgewichtsstörungen mit jeweils 29 Nennungen (Abbildung 30). Nach eigenen Angaben litten 15 Patienten (43%) zu Beginn der Langzeitintervention an depressiven Symptomen, davon nahmen neun Patienten Antidepressiva. Es bestätigte sich, dass die sechs Patienten, die Auffälligkeiten gemessen mit dem ADS zeigten, keine Antidepressiva nahmen. Nach Ausschluss durch das Lügenkriteriums konnten 19 Datensätze des ADS nach 36 Monaten betrachtet werden, sie lagen alle unter dem kritischen Wert. Die Daten für die ADS werden nachfolgend separat über den Verlauf der drei Messzeitpunkte betrachtet (Kapitel 6.2.3).

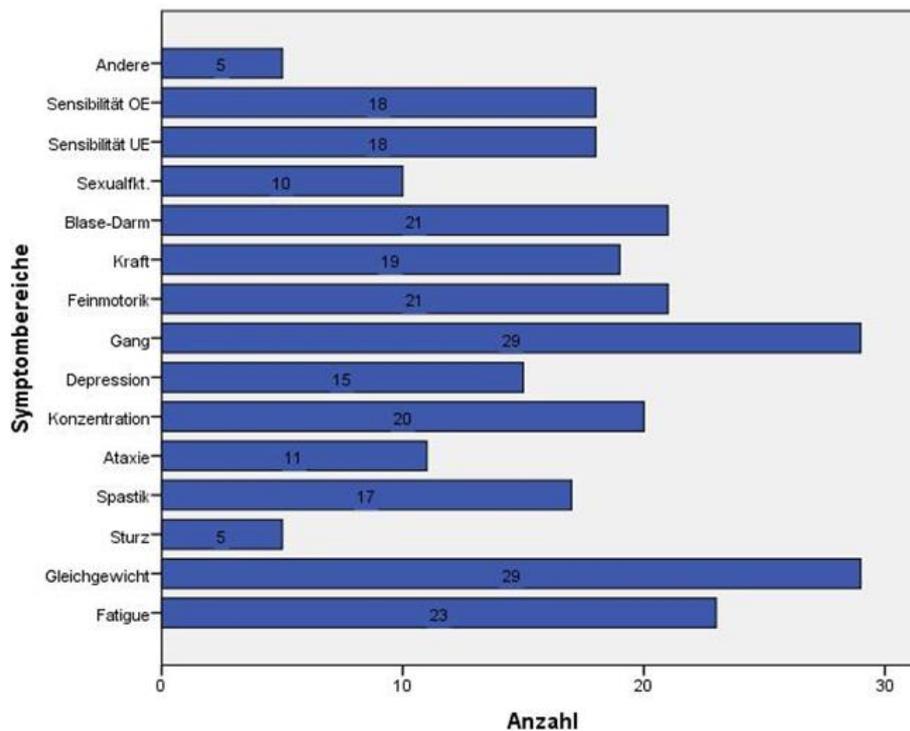


Abbildung 30 Funktionseinschränkungen der Teilnehmer des Follow-ups, Baseline
Mehrfachnennungen pro Person möglich, Obere Extremität (OE), Untere Extremität (UE), $n = 35$

Für das Follow-up wurden konsekutiv neue Probanden gewonnen, so dass zu den drei Messzeitpunkten (MZP) unterschiedliche Fallzahlen bestanden. Abbildung 11 zeigt die Übersicht der Probandenzahlen beider Studienabschnitte mit den dazugehörigen Testverfahren. Insgesamt nahmen 17 neue PmMS an dem Follow-up teil. Zusammen mit den kletteraktiven Teilnehmern der Studie „TKMS“ ergaben sich so Werte von 35 Probanden zu den Messzeitpunkten Baseline und Messzeitpunkt 1 (Postmessung 1b, sechs Monate) und von 21 Probanden zu dem Messzeitpunkt 2 (Postmessung 2, 3 Jahre). Da unterschiedliche Fallzahlen vorlagen, wurden die fehlenden Daten mittels EM-Algorithmus geschätzt. Der Chi-Quadrat-Test nach Little als Voraussetzung war nicht signifikant für das Schätzen der fehlenden Werte, so dass nachfolgend überwiegend die Ergebnisse der geschätzten Daten vorgestellt werden können. Die Daten wurden nur dann geschätzt, wenn damit die drei Messzeitpunkte sinnvoll vervollständigt werden konnten. Die drei Messzeitpunkte (MZP) wurden anhand des generalisierten linearen Modells auf signifikante Unterschiede geprüft ($*p \leq 0,05$, einseitig). Eine Anpassung für Mehrfachvergleiche erfolgte über Bonferroni.

6.2.2 Kognition und Motorik

Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC)

Eine vollständige Datenaufnahme für den NHPT war aufgrund materieller Ressourcen nicht möglich, so dass die Werte für die Einzelkategorien zwar geschätzt, aber kein

Gesamtwert für den MSFC berechnet werden konnte. Der MCAR-Test nach Little war nicht signifikant (Chi-Quadrat = 55,176, DF = 52, $p = 0,36$). Im PASAT liegt der Cut-off Wert unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Bildung in Deutschland bei einem Z-Wert von $\leq -1,68$, somit zeigte sich hier für die Gesamtgruppe keine kognitive Einschränkung²⁹⁶.

Tabelle 26 Einzelergebnisse des "Multiple Sclerosis Functional Composite" (Z-Wert) „Paced Auditory Serial Addition Test" (PASAT), "Nine Hole Peg-Test" (NHPT) und "Timed 25 Foot Walk Test" (T25FWT). Die drei Messzeitpunkte wurden für die Z-Werte des MSFC mit dem generalisierten linearen Modell geprüft ($p \leq 0,05$, einseitig), Messzeitpunkt (MZP)*

	n	MZP 1		MZP 2		MZP 3		MZP 1 zu MZP 2		MZP 2 zu MZP 3		MZP 1 zu MZP 3	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	Differenz	p-Wert*	Differenz	p-Wert*	Differenz	p-Wert*
PASAT (Z-Wert)	35	-0,0006	(1,00)	0,27	(0,96)	0,41	(0,92)	-0,27	0,00**	-0,14	0,10	-0,41	0,00**
NHPT (Z-Wert)	35	-0,183	(1,53)	0,46	(1,51)	0,32	(1,49)	-0,64	0,13	0,14	1,00	-0,50	0,00**
T25FWT (Z-Wert)	35	0,00	(1,00)	0,17	(0,73)	-0,06	(1,69)	-0,18	0,54	0,23	1,00	0,06	1,00

Sowohl im NHPT als auch im PASAT zeigte sich eine Steigerung der Mittelwerte vom ersten zum dritten Messzeitpunkt mit einem signifikanten Unterschied (beide: $p \leq 0,001$). Im PASAT konnte eine kontinuierliche Verbesserung über die Zeit beobachtet werden ($p \leq 0,001$ von MZP1 zu MZP2 sowie von MZP1 zu MZP3). Im NHPT fielen die Mittelwerte zum dritten Messzeitpunkt hin zwar wieder ab, unterschieden sich aber dennoch signifikant von den Ausgangswerten des ersten Messzeitpunktes (Tabelle 26). Für die Gehstrecke gemessen mit dem T25FWT zeigt sich eine, wenn auch nicht signifikante, Erhöhung der Mittelwerte nach den ersten 6 Monaten. Die Werte verringerten sich dann aber deutlich im Dreijahresverlauf und fielen unter das Anfangsniveau (Abbildung 31).

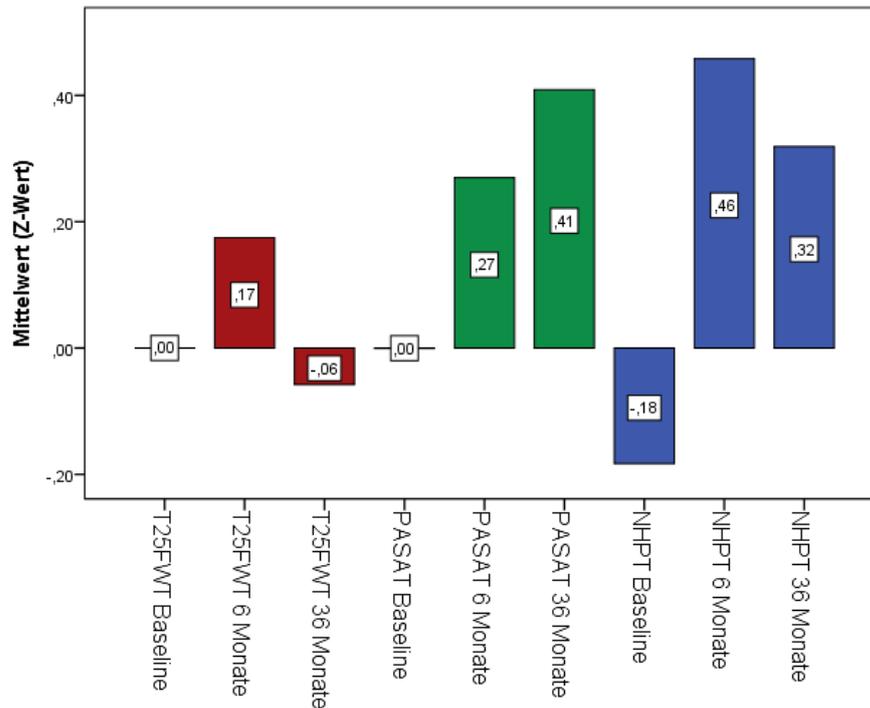


Abbildung 31 Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
Z-Werte der Einzeltests aus dem MSFC zu den drei Messzeitpunkten: Timed 25Foot Walk Test (T25FWT, rot), Paced Auditory Serial Addition Tests (PASAT, grün), Nine Hole Peg Test (NHPT, blau)

Stabilität im Stand

Kraftmessplatte

Die Daten der Kraftmessplatte (KMP) stammen aus dem ersten Studienabschnitt und wurden nach drei Jahren von den noch aktiven Teilnehmern der Studie TKMS erneut erhoben ($n = 17$). Die fehlenden Werte erwiesen sich als „zufällig fehlend“, da der Chi Quadrat-Test nach Little in der Schätzung zusammen mit dem EDSS, der Verlaufsform und der Arbeitsfähigkeit nicht signifikant war (MCAR-Test nach Little: Chi-Quadrat = 28,182, DF = 48, $p = 0,99$). Tabelle 27 zeigt die Werte zu den drei Messzeitpunkten.

Tabelle 27 Ergebnisse der Kraftmessplatte „Hüftbreiter Stand“, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
 Zur besseren Darstellung wurden die Ergebnisse der KMP in Meter umgerechnet ($\times 1000$): Position „hüftbreiter Stand“ ($n = 17$) der beiden Standardabweichungen (SD) in anterior-posterioren (X-) und medio-lateralen (Y-)Richtung sowie der daraus resultierenden Ellipse an den drei Messzeitpunkten (MZP 1 = Baseline, MZP 2 = 6 Monate, MZP 3 = 36 Monate). Fehlende Werte wurden mittels EM-Algorithmus geschätzt und die Unterschiede mit dem generalisiertes lineares Modell mit einer Bonferroni-Korrektur geprüft, $*p \leq 0,05$, $**p \leq 0,01$

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 1 zu MZP 2		MZP 1 zu MZP 3		MZP 2 zu MZP 3	
	MW SD	MW SD	MW SD	Mittlere Differenz	p-Wert*	Mittlere Differenz	p-Wert*	Mittlere Differenz	p-Wert*
SD x [mm]	8,90 (8,49)	3,66 (2,34)	7,71 (4,19)	5,24	0,04*	1,19	1,00	-4,05	0,001**
SD y [mm]	3,97 (2,80)	5,33 (2,91)	5,32 (4,52)	-1,35	0,03*	-1,35	1,00	0,01	1,00
Ellipse [mm ²]	0,11 (0,08)	0,06 (0,02)	0,13 (0,06)	0,05	0,62	-0,02	0,63	-0,07	0,18

Die Gesamtmittelwerte von den Baselinedaten unterschieden sich kaum zu den Werten nach drei Jahren. Die Werte in anterior-posteriore Richtung haben sich hochsignifikant verringert ($p = 0,001$), während die Werte in medio-laterale Richtung leicht höher geworden sind. Zu den einzelnen Messzeitpunkten zeigte sich eine deutliche Verringerung der Mittelwerte der Standardabweichung in AP-Richtung von Messzeitpunkt eins zu zwei ($p = 0,04$) und eine leichte Erhöhung der Werte von Messzeitpunkt zwei zu drei. Die Mittelwerte der Standardabweichung in ML-Richtung erhöhten sich signifikant von Messzeitpunkt eins zu zwei ($p = 0,03$) und zeigten keine Veränderung mehr zu Messzeitpunkt drei (Abbildung 32). Die Werte der Ellipse verringerten sich zum ersten Messzeitpunkt und erhöhten sich zum dritten Messzeitpunkt über den Ausgangswert.

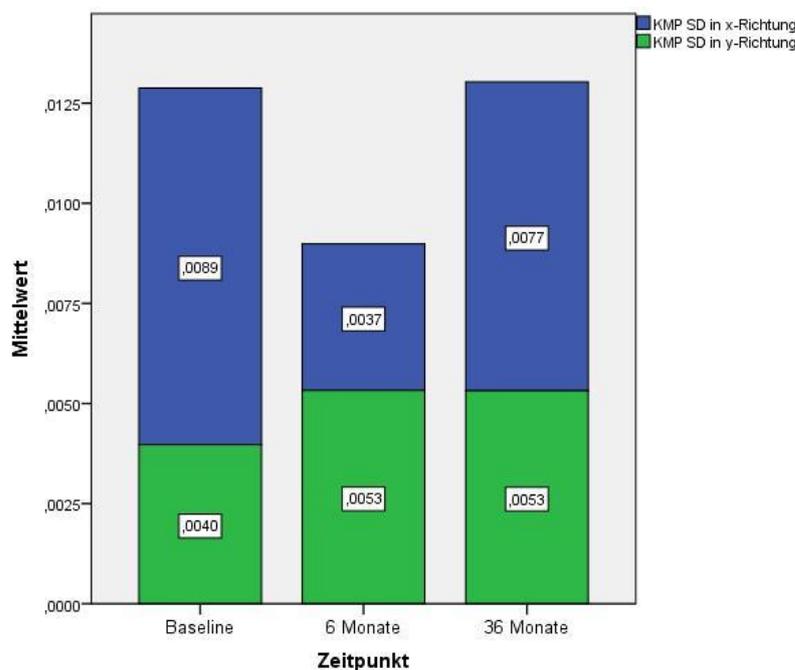


Abbildung 32 Stabilität im Stand: Hüftbreiter Stand auf der Kraftmessplatte (KMP), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre

Mittelwerte der Standardabweichung (SD) der anterior-posterioren (X-) und medio-lateralen (Y-Richtung), $n = 17$

S3-Check

Es konnten insgesamt die Daten von 10 Probanden über die drei Messzeitpunkte mit dem S3-Check erhoben werden (Abbildung 33). Der EDSS dieser Gruppe lag im Median bei 3,25 (2,5; 4,0).

Die Probanden verbesserten sich über die drei Jahre im Mittel im Stabilitätsindex um fast einen Punkt (Baseline / 6 Monate / 3 Jahre: 5,8 (0,9) / 5,5 (1,2) / 4,9 (1,4)) und im Sensomotorikindex um genau einen Punkt (4,8 (1,3) / 4,4 (1,1) / 3,8 (1,5)). Aufgrund der kleinen Fallzahl wurde keine Interferenzstatistik berechnet.

Es ergab sich, dass zwei Probanden nach drei Jahren den S3 Check absolvierten, obwohl sie den Test zu Beginn der Intervention aufgrund mangelnder Stabilität und Unsicherheit nicht durchführen konnten (Stabilitätsindex / Sensomotorikindex ID 19: 7,5/ 2,0 und ID 23: 6,5 / 6,5).

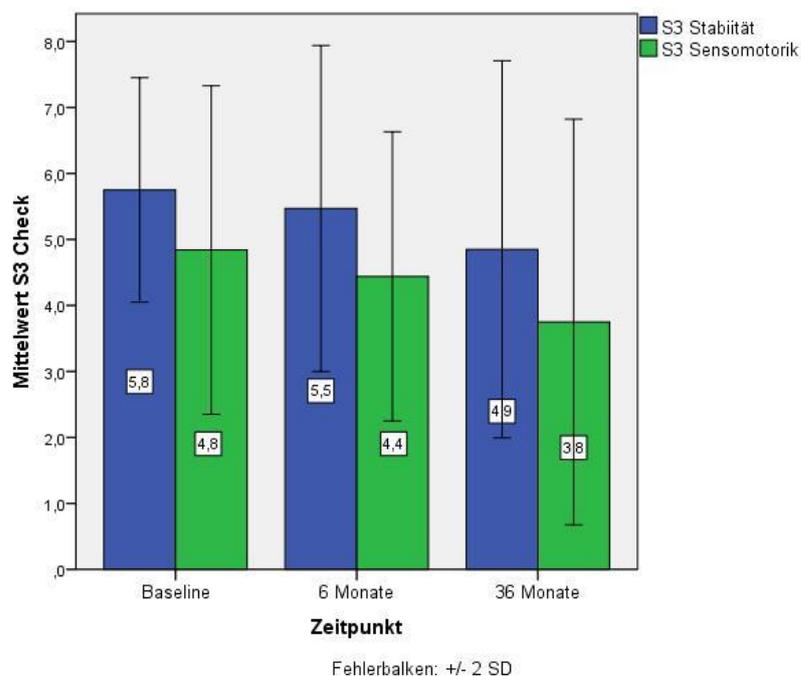


Abbildung 33 Stabilität im Stand: S3 Check, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre Stabilitätsindex und Sensomotorikindex, $n = 10$

6.2.3 Psychosoziale Faktoren

Zu den ersten beiden Messzeitpunkten lagen Daten von jeweils 35 PmMS und zu dem dritten Messzeitpunkt von 21 PmMS vor. Die fehlenden Werte der Fragebögen wurden zusammen mit dem EDSS, der Verlaufsform und den Arbeitsfähigkeit mittels EM-Algorithmus geschätzt (MCAR-Test nach Little: Chi-Quadrat = 178,68, DF = 161, $p = 0,16$). Tabelle 28 zeigt eine Übersicht der Analyse der Fragebögen mit den Mittelwerten (SD), den mittleren Differenzen der einzelnen Messzeitpunkte sowie den p-

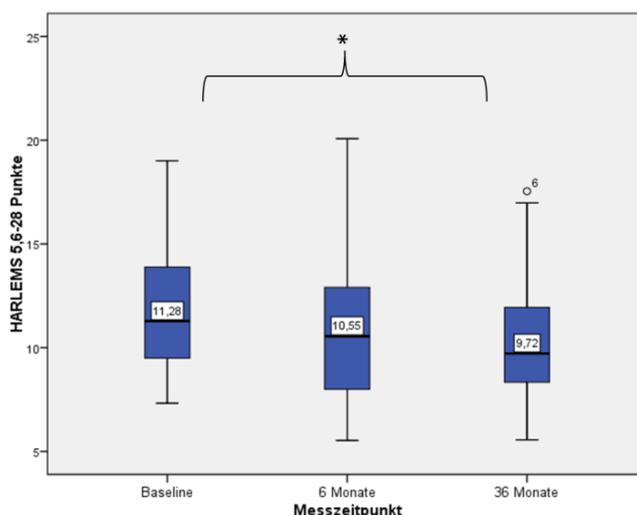
Werten ($*p \leq 0,05$, $**p \leq 0,01$). Für eine bessere Einschätzung der Daten werden die Werte zusätzlich graphisch über Box-Whisker-Plots dargestellt.

*Tabelle 28 Ergebnisse der psychosozialen Parameter, Baseline, 6 Monate und 3 Jahre Lebensqualität (HARLEMS), Fatigue (WEIMUS), Selbstwirksamkeit (SWE,) Selbstwert (MSWS) und Depression (ADS) an den drei Messzeitpunkten (MZP 1 = Baseline, MZP 2 = 6 Monate, MZP 3 = 3 Jahre), $n = 35$, fehlende Werte wurden mittels EM-Algorithmus geschätzt und die Unterschiede mit dem generalisierten linearen Modell mit einer Bonferroni-Korrektur geprüft, $*p \leq 0,05$, $**p \leq 0,01$*

	MZP 1		MZP 2		MZP 3		MZP 1 zu MZP 2		MZP 2 zu MZP 3		MZP 1 zu MZP 3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	Mittlere Differenz	p-Wert*	Mittlere Differenz	p-Wert*	Mittlere Differenz	p-Wert*
HARLEMS	11,76	(2,96)	11,01	(4,19)	10,52	(3,07)	0,76	0,51	0,49	1,00	1,25	0,03*
WEIMUS	31,34	(16,16)	22,46	(18,83)	22,75	(16,39)	8,88	0,01*	-0,30	0,85	8,59	0,001**
SWE	27,14	(6,20)	29,45	(6,39)	28,56	(5,65)	-2,31	0,02*	0,89	0,72	-1,42	0,25
MSWS	48,75	(10,51)	51,89	(11,98)	53,07	(11,11)	-3,14	0,05	-1,18	1,00	-4,32	0,001**
ADS	15,84	(10,55)	12,13	(8,88)	8,13	(5,83)	3,72	0,08	3,99	0,03*	7,71	0,001**

Lebensqualität

Gemessen mit dem *Hamburger Lebensqualitätsfragebogen bei MS (HARLEMS)* zeigte sich über die Mittelwerte kontinuierlich ein Absinken der Werte und somit eine Verbesserung der Lebensqualität (Tabelle 28). Abbildung 34 zeigt die Box Plots der drei Messzeitpunkte. Die größte Streuung ist in Messzeitpunkt zwei zu sehen (MZP 1: 11,8 (3,0); MZP 2: 11,0 (4,2); MZP 3: 10,5 (3,1)). Bei einem paarweisen Vergleich konnte ein signifikanter Unterschied von Messzeitpunkt eins zu Messzeitpunkt drei nachgewiesen werden ($p = 0,03$), dargestellt in Tabelle 28.



*Abbildung 34 Lebensqualität (HARLEMS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre Signifikante Verbesserung von der Baseline zu 3 Jahre *p-Wert = 0,03*

Fatigue

Die Ergebnisse des Parameters Fatigue werden in Tabelle 28 und grafisch als Box Plots in Abbildung 35 wiedergegeben. Der Ausgangswert befand sich im Median zum Messzeitpunkt eins mit 34 Punkten über dem kritischen Wert des WEIMuS (32 Punkte) und wies eine relativ große Streuung der Werte auf. Über den Verlauf der drei Jahre sank der Wert der beiden weiteren Messzeitpunkte im Median deutlich unter den kritischen Wert: auf 21 Punkte zu Messzeitpunkt zwei und 18 Punkte zu Messzeitpunkt drei. Es zeigte sich jeweils von Messzeitpunkt eins zu zwei ($p = 0,02$) und eins zu drei ($p \leq 0,001$) ein signifikanter Unterschied. Auch die Streuung verringerte sich nach 36 Monaten.

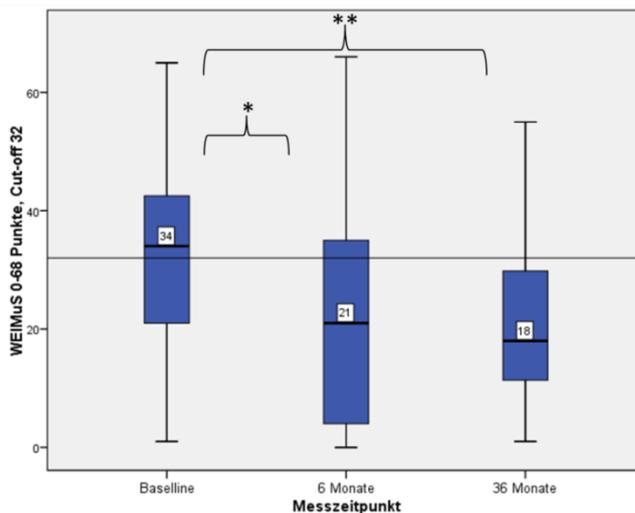


Abbildung 35 Fatigue (WEIMuS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
Signifikante Verbesserung: Baseline zu 6 Monaten * p -Wert = 0,01, Baseline zu 3 Jahren, ** p = 0.001

Selbstwirksamkeit

Die Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) erhöhte sich im Mittel um etwa 2 Punkte von Messzeitpunkt eins zu Messzeitpunkt zwei, verringerte sich dann wieder leicht, blieb aber über dem Ausgangswert: Messzeitpunkt eins 27,1 (6,2); Messzeitpunkt zwei: 29,5 (6,4), Messzeitpunkt drei 28,6 (5,7). Bei Betrachtung des Medians zeigte sich ein Wert von 29 Punkten zum ersten Messzeitpunkt, der um einen Punkt anstieg und dann konstant blieb (Abbildung 36). Die beiden Ausreißer von Messzeitpunkt zwei verbesserten sich zum Messzeitpunkt drei hin beide leicht, blieben aber außerhalb des 25. Quartils. Der Median lag zu allen drei Messzeitpunkten über dem mittleren Cut-off Wert von 27 (4,5), wohingegen der Mittelwert der ersten Messung sich genau an diesem Wert befindet. Ein signifikanter Unterschied konnte über die ersten sechs Monate beobachtet werden ($p = 0,02$).

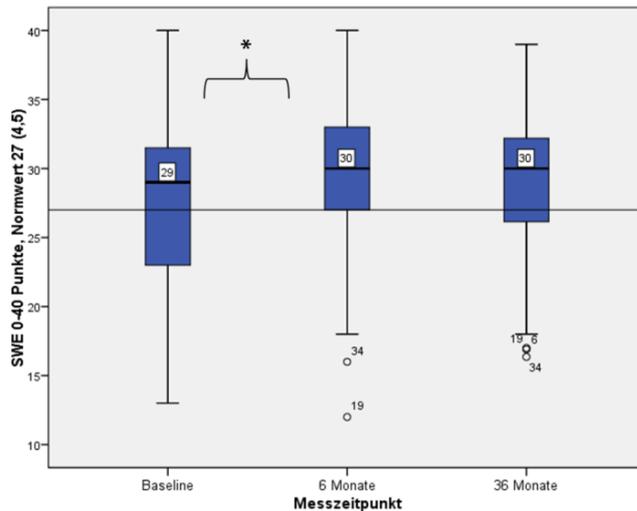


Abbildung 36 Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
Signifikante Verbesserung von Baseline zu 6 Monaten * p -Wert = 0,02

Selbstwert

Gemessen mit der Multidimensionalen Selbstwertkala (MSWS) zeigte sich trotz Ausreißerwerten zu Messzeitpunkt eins und drei eine kontinuierliche Steigerung des Selbstwertes über die drei Messzeitpunkte mit einem hochsignifikanten Unterschied von Messzeitpunkt eins zu drei ($p \leq 0,001$), dargestellt in Abbildung 37.

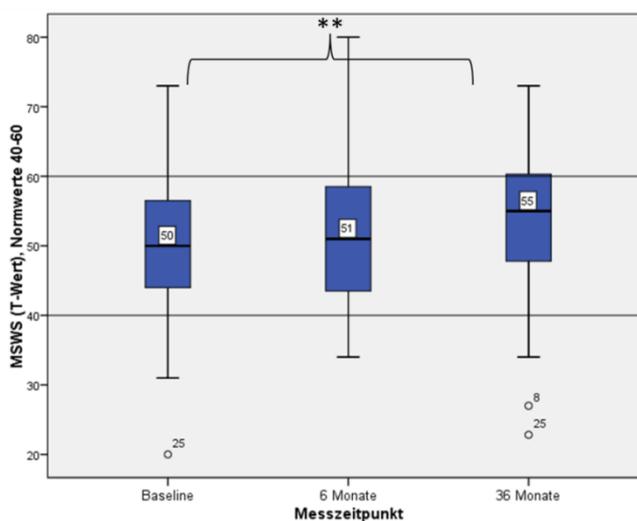


Abbildung 37 Gesamtselbstwert (MSWS T-Wert), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
Signifikante Verbesserung von Baseline zu 3 Jahren ** $p \leq 0,001$

Depression

Aufgrund der im ersten Studienabschnitt festgestellten Verbesserung der Depressionswerte, wurden die Werte des ADS über den Dreijahreszeitraum ergänzend berechnet. Bei der Betrachtung der Mittelwerte der Gruppe lagen die Werte unter dem

kritischen Bereich von 23 Punkten. Über den Verlauf sanken die Werte signifikant von Messzeitpunkt zwei zu drei ($p = 0,03$) und eins zu drei ($p \leq 0,001$). Zu beachten ist die recht große Streuung nach oben zu Beginn der Untersuchung, die sich beim dritten Messzeitpunkt deutlich reduzierte (Abbildung 38).

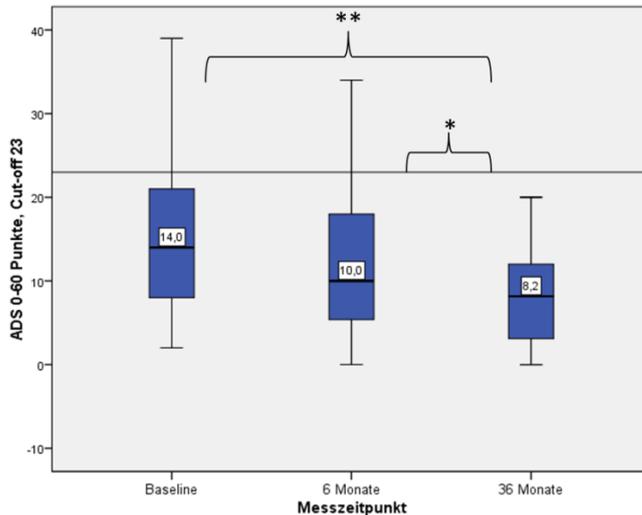


Abbildung 38 Depression (ADS), Baseline, 6 Monate und 3 Jahre
Signifikante Verbesserung: Baseline zu 3 Jahren $**p \leq 0,001$, 6 Monaten zu 3 Jahren: $*p \leq 0,05$

Erkenntnisgewinn 1: Entwicklung Kletterprogramm TKMS

Die Interventionsmaßnahme im therapeutischen Klettern konnte erfolgreich umgesetzt werden. Die Intervention wurde von allen Probanden abgeschlossen.

Die empfundene Anstrengung der Teilnehmer während der Einheiten lag im Bereich „anstrengend“. Es zeigte sich von dem Beginn gegenüber dem Ende der Einheit in allen Dimensionen der beiden Fragebögen „Eigenzustandsskala“ (EZ) und „wahrgenommen körperlichen Verfassung“ (WKV) bessere Werte. In folgenden vier der acht psychosozialen Dimensionen des Fragebogens „EZ“ verbesserten sich die Werte signifikant: *Kontaktbereitschaft* ($p=0,01$), *soziale Anerkennung* ($p \leq 0,001$), *Selbstsicherheit* ($p=0,02$) und *Stimmungslage* ($p=0,03$). In drei der vier Dimensionen des Fragebogens „WKV“ ergaben sich positive Tendenzen.

Die organisatorischen und inhaltlichen Bedingungen für den Rehabilitationssport werden von diesem Programm erfüllt.

Erkenntnisgewinn 2: Effekte auf Kognition und Motorik

Im ersten Studienabschnitt verbesserte sich die *kognitive Leistungsfähigkeit* über die sechs Monate weder in der Kletter- noch in der Kontrollgruppe signifikant. Im Dreijahresverlauf der Klettergruppe konnte eine signifikante Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit für den Bereich der Informationsverarbeitung über die drei Messzeitpunkte gefunden werden.

Beide Studienabschnitte erlauben hinsichtlich einer Verbesserung der *Motorik* durch die Intervention nur uneinheitliche Aussagen. Die Beurteilung der Gehfähigkeit zeigte ausschließlich in der videogestützten *Ganganalyse* über sechs Monate in dem Parameter „Knöchelhub rechts“ in der Klettergruppe eine signifikante Verbesserung. Auch wenn sich eine signifikante Änderung der Werte für die *Stabilität im Stand* nur in der Klettergruppe bei den Ergebnissen aus dem S3 Check zeigen ließ, belegen die deskriptiven Daten, dass die Klettergruppe gegenüber der Kontrollgruppe in der statischen Stabilität im Stand profitierte. Über den Verlauf von drei Jahren zeigte sich eine signifikante Steigerung der Stabilität im Stand auf der Kraftmessplatte.

Erkenntnisgewinn 3: Effekte auf psychosoziale Parameter

Im ersten Teil der Studie zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Werte der *gesundheitsbezogenen Lebensqualität* von der Klettergruppe gegenüber der Kontrollgruppe über sechs Monate. Im Dreijahresverlauf bestätigte sich eine signifikante Steigerung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Messzeitpunkt eins zu Messzeitpunkt drei. Der Parameter *Fatigue* verbesserte sich im ersten Studienabschnitt signifikant nur in der Subkategorie „körperliche Fatigue“. Im Dreijahresverlauf dagegen reduzierte sich die *Fatigue* im Gesamtwert vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt und vom ersten zum dritten Messzeitpunkt signifikant. Die Parameter der *Selbstwirksamkeitserwartung* und des *Selbstwertempfindens* zeigten keine signifikanten Unterschiede im ersten Studienabschnitt, auch wenn sich eine Tendenz in der Selbstwirksamkeitserwartung und der Subkategorie „körperlicher Selbstwert“ des Selbstwertempfindens feststellen lies. Im Dreijahresverlauf konnte eine signifikante Verbesserung der Selbstwirksamkeitserwartung und des Selbstwertempfindens vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt und im Selbstwertempfinden vom ersten zum dritten Messzeitpunkt nachgewiesen werden. Im ersten Abschnitt der Studie erfolgte nur ein Screening bezüglich Depression. Signifikant geringere Werte in der *Depressions-Skala* zeigten sich vom ersten zum dritten Messzeitpunkt und vom zweiten zum dritten Messzeitpunkt in der Langzeitbeobachtung.

7 Diskussion

Die vorliegende Arbeit besteht aus der Entwicklung eines therapeutischen Kletterprogramms für PmMS und der Evaluation von Wirkmechanismen auf der motorischen und psychosozialen Ebene durch das therapeutische Kletterprogramm.

7.1 Bewertung des entwickelten Therapieprogramms „TKMS“

Das neu entstandene Kletterprogramm „TKMS“ mit Seilsicherung umfasste 22 Einheiten á zwei Stunden, fand einmal wöchentlich samstags statt und ist für eine Gruppe von 12 PmMS mit drei Therapeuten entwickelt worden (Kapitel 4 und Anhang A3). Das Programm wurde aufbauend auf den Inhalten und empirischen Kritikpunkten dieses Konzepts für eine dauerhafte Umsetzung weiterentwickelt und im Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TUM e.V. weitergeführt. Der Idee von Pedersens et al. (2006) mit „einer Verschreibung von „*Exercise*“ als Therapie bei chronisch Kranken“ könnte durch ein solches Programm im therapeutischen Klettern im Rahmen des Rehabilitationssports nachgekommen werden.

Programmziele und Inhalte

Die Struktur und der Aufbau des Kletterprogramms haben sich als gut durchführbar erwiesen. Die Regelmäßigkeit des einmal wöchentlichen Trainings kann zu einer Integration in den Alltag und somit zu einer Gesundheitsförderung und Bindung an die Bewegungsform „Therapeutisches Klettern“ führen^{15,226}. Das entspricht den Forderungen der Konsensusgruppe MSTKG von 2004 nach evidenzbasierten, ambulanten Rehabilitationsmaßnahmen⁷⁰.

Die therapeutische Arbeit mit PmMS erfordert differenzierte medizinische und sportwissenschaftliche Kenntnisse, so dass ein rein sportliches Kletterprogramm in der Gruppe als Vereinssport den Bedürfnissen der Patienten nicht optimal gerecht werden kann und ein gewisses Risiko birgt. Strukturell kann demnach das Konzept in den Bereich des Rehabilitationssports eingeordnet werden. Das Programm ist so entwickelt, dass es die dort vorgegebenen Rahmenbedingungen erfüllt (Kapitel 4.1). Auch die im Rehabilitationssport geforderte Eigeninitiative und Eigenständigkeit wird nach Boeckers et al. (2004) im Klettern dadurch bedingt, dass es sich um eine offene Fertigkeit handelt, bei der der Kletterer situationsangepasst nach seinen individuellen Voraussetzungen handeln muss.

Da gemäß dem biopsychosozialen Modell beim Menschen immer ein dynamischer Prozess vorliegt und die eine Ebene die anderen Ebenen beeinflusst, wird der Patient in der Sporttherapie, hier der Klettertherapie, automatisch ganzheitlich aktiviert^{197,198}. Die Inhalte des Programms wurden aus der Kletterliteratur, eigenen Pilotprojekten und individuellen Erfahrungen mit PmMS zusammengestellt (Kapitel 4). Es handelt sich hierbei aufgrund der beiden Bedingungen (heterogenes Krankheitsbild zum einen und komplexe Bewegungshandlung im Klettern zum anderen, Kapitel 3.1 und 3.2, Anhang A3) um ein offenes Konzept. Alle drei Ebenen des biopsychosozialen Modells können im therapeutischen Handlungsfeld angesprochen werden^{182,198}. Klettern verlangt die volle Konzentration des Kletternden auf den Augenblick¹⁷⁶. Entsprechend kommen beim Klettern unterschiedliche Aspekte des individuellen Erlebens zum Tragen: Konditionelle, koordinative, sensorische, räumliche, kognitive, emotionale, erlebnisorientierte, gesundheitliche und soziale Aspekte (Kapitel 3.2.2). Das Klettern ist daher in besonderem Maße als ganzheitliche Bewegungsform anzusehen.

Ziel ist eine Hilfe zur Selbsthilfe, bei der verschiedene Handlungsmöglichkeiten erlernt werden sollen. Dazu gehört es, die momentane Situation zu akzeptieren, eigenen Ressourcen mobilisieren zu können und eine gewisse Eigenverantwortung in der Lösung des Problems zu übernehmen (Coping-Strategien). Das therapeutische Klettern kann unter verschiedenen Ansätzen dazu beitragen. Das individuell ausgerichtete Training unterstützt die langfristige Entwicklung der eigenen Fertigkeiten und Fähigkeiten. Personenbezogene Kontextfaktoren werden im TK genauso bedient wie die Körperfunktion und -struktur. Im Klettern existieren verschiedene Strategien, die zur Lösung des gleichen Kletterproblems beitragen. Das hilft, Unterschiede in der Qualität von Bewegung zu entdecken sowie Bewegungsalternativen zu entwickeln.

Das Training in der Gruppe fördert den Austausch und macht Spaß. Je mehr positive Emotionen mit einer Therapie in Verbindung gebracht werden, desto mehr wird sie als sinnvoll und effektiv empfunden und kann als Prädiktor zum dauerhaften Sporttreiben angesehen werden^{4,297}. Trotz des Gruppentrainingscharakters ermöglicht die Eins-zu-Eins-Situation an der Kletterwand eine individuelle Betreuung. Diese Eins-zu-Eins-Situation hat in der Durchführung des Programms einen hohen Stellenwert, da sie gerade in dieser extrem heterogenen Gruppe von PmMS eine individuelle Betreuung ermöglicht. Für ein flexibles und angepasstes Training erwies sich der große Erfahrungsschatz der Therapeuten in diesem Konzept als günstig. Im Sinne der personenbezogenen Faktoren kommt es zu einem Einfluss auf verhaltensrelevante Aspekte wie Einstellungen, Motivationen, Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen. Diese werden in ICF erst noch klassifiziert und in der Therapie bei PmMS meist ungenügend berücksichtigt⁷⁵. Die eigentlichen Bewegungshandlungen im Klettern eignen sich besonders, um noch

vorhandener Ressourcen (Salutogenese-Modell, beide Ebenen des ICF-Modells) der PmMS zu nutzen (Kapitel 4.1).

Das innovative Konzept im therapeutischen Klettern an der Schnittstelle zwischen Therapie und Sport reduziert den stringenten Therapiegedanken auf ein Minimum: „So viel Therapie wie nötig, so wenig wie möglich.“ Die Notwendigkeit der therapeutischen Reduktion erhält den sportlichen Charakter und bringt die Therapie auf eine Metaebene, dem Alltag, mit der „Normalität des Sporttreibens trotz chronisch progredienter Krankheit“. Die methodisch-didaktische Einteilung des Trainingsprogramms in Mikrozyklen mit vier Grobzielen ergab sich aus den Machbarkeitsanalysen sowie eigenen Erfahrungen und kann als gut umsetzbar bestätigt werden (Anhang A3). Die vorgegebenen Ziele der Mikrozyklen dieses Programms leiten sich aus den Wirkfaktoren des Kletterns ab und richteten sich stark an der Arbeit auf der biologischen Ebene aus. Dadurch wurde hier ein eher funktionell ausgerichteter Rahmen, angepasst an die Symptome der PmMS sowie dem übergeordneten Bereich der Funktionsfähigkeit und Behinderung (ICF), vorgegeben. Die Themen der Mikrozyklen lassen sich bei dem dauerhaft durchgeführten Programm erweitern und können ergänzende Bereiche, wie die der Selbstwertschätzung, Feinmotorik oder Kognition umfassen.

Der erste Mikrozyklus vermittelte die Grundkenntnisse im Klettern mit Seilsicherung und erlaubte das Erproben von Hilfsmitteln wie eines „Handschuhs“ oder einer „Beinschlaufe“ an der Wand (Kapitel 4.3). Bei schwerer betroffenen Patienten kann bei mangelnder motorischer Aktivität oder kognitiven Einschränkungen eine Unterstützung über die Seilsicherung mit Rückholseil geprüft werden. Diese unterstützenden Maßnahmen haben sich als hilfreich und motivierend erwiesen. Die Grobziele der anschließenden drei Mikrozyklen bezüglich Gleichgewicht, Koordination und Kraft entsprachen den funktionellen Problemfeldern der Patienten. Fast alle PmMS litten an Gang- und Gleichgewichtstörungen, gefolgt von Problemen in der Feinmotorik und Fatigue (Kapitel 6.1.1 und 6.2.1). Da sich die funktionellen Hauptsymptome bei PmMS ähneln, konnten bestimmte Funktionseinschränkungen aus therapeutischer Sicht gemeinsam in der Gruppe erarbeitet werden. Die Angaben der häufigsten Symptome der Teilnehmer aus beiden Studienabschnitten entsprachen den gängigen Angaben in der Literatur^{23,36,298}.

Die Feinziele der vier Mikrozyklen ließen sich in den einzelnen Einheiten meist mehr oder weniger intensiv umsetzen, da die Lernerfolge unterschiedlich schnell vonstatten gingen. Diese heterogene Patientengruppe bedarf mehr Aufmerksamkeit und kreative, therapeutische Handlungsweisen als in der Gruppentherapie bei anderen Krankheitsbildern nötig ist, um eine Unzufriedenheit und Frustration Einzelner zu vermeiden. Das spontane Einbinden von „kognitiv besseren“ Teilnehmern in die didaktische Arbeit des Programms wurde langfristig in das Konzept mit aufgenommen. Dadurch konnte einer Unterforderung dieser Teilnehmer entgegen gewirkt werden. Ebenso eignen sich Zusatzaufgaben mit Kleingeräten oder Partnerübungen. Ergänzend könnte von den Teilnehmern ein

individuelles Trainingstagebuch mit einer spezifischen Übungsauswahl geführt werden. Um Über- oder Unterforderungen zu vermeiden, ist die ausführliche Anamnese zu Beginn sehr wichtig.

Die verschiedenen Gesundheitszustände müssen vor allem in der zeitlichen Planung berücksichtigt werden. Die erste Einheit bot hierfür zu wenig Raum, so dass diese zeitlich um eine Stunde überzogen wurde. Stellenweise umfassten die Ziele der geplanten Einheit für die schwerer betroffenen PmMS inhaltlich zu viel Stoff. In diesem Fall wurden die Inhalte spontan modifiziert. Für einige Teilnehmer reichten eine Wiederholung und das Festigen vorangegangener Inhalte aus, andere wiederum konnten mit inhaltlichen Zusatzaufgaben zum Thema verstärkt gefordert werden. Die Gratwanderung zwischen Über- und Unterforderung wird hier erneut deutlich und kann in einer solchen Gruppe nur durch eine flexible Gestaltung der Inhalte durch den Therapeuten aufgefangen werden. Möglich wäre eine enger gefasste Auswahl der Patienten nach Funktionsdefiziten (Bsp. EDSS 0-3,5). Hierauf wurde bewusst verzichtet, um die positiven Aspekte einer gemischten Gruppe auf der sozialen Ebene zu nutzen. Die Arbeit in der Kleingruppe und die Grundstruktur des Kletterns (Bsp. Eins-Zu-Eins-Situation) ermöglichen eine Umsetzung dieser Ziele.

Starre Konzepte sind im TK mit PmMS nicht möglich, so dass das hier entwickelte Konzept nur den äußeren Rahmen geben kann. Das war aus der eigenen Vorarbeit im TK und mit PmMS bekannt und konnte in dem geplanten Konzept berücksichtigt werden.

Es zeigte sich, dass einige der Besonderheiten im Klettern ideal für die Arbeit mit PmMS sind und einen erweiterten Handlungsspielraum gewährleisten. Im Folgenden werden Beispiele hierfür genannt:

- Im Alltag ist die Einteilung der eigenen Kraftreserven, gerade bei Personen mit MS, sehr wichtig und verhindert häufig körperliche Aktivität⁴. Dank der Seilsicherung im TK muss kein Rückweg bedacht werden, so dass sich der Kletterer voll und ganz auf seine Bewegungsaufgabe konzentrieren kann. Bei Erschöpfung kann der Patient jederzeit ohne Kraftaufwand zu Boden gelassen werden²³².
- Ein Erleben der eigenen Grenzen wird in der Kombination einer „kontrollierten“, aber dennoch „normalen“ Situation des Sporttreibens möglich²³².
- Bewegungsformen und -techniken können durch die Wandstruktur modifiziert und von allen Teilnehmern von außen beobachtet, bewertet sowie „Tipps und Tricks“ weitergegeben werden (Gleichgesinnte mit gleichen Problemfeldern).
- Bei mangelnder kognitiver Steuerung kann ein Brustgurt und „Rückholseil“ Sicherheit geben und dem Therapeuten bei der Kontrolle und Versorgung des Patienten helfen.

Gefordert und gefördert werden beim Klettern auf der körperlichen Ebene neben Gleichgewicht und Eigenwahrnehmung auch Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Gelenkigkeit^{177,200,220,227,299,300}. Neben den heterogenen Bedingungen durch das Krankheitsbild, zeigten sich wie erwartet unterschiedliche sportliche (Vor-) Erfahrungen. Die Bedingungen im TK erlauben es, individuell zu reagieren. Flexible Aufgabenstellungen und eine gute Beobachtungsgabe seitens der Therapeuten sind eine notwendige Voraussetzung in einem solchen Programm im TK.

In diesem Konzept können aus dem Klettern folgende Anwendungsbereiche aus pädagogischer Sicht in die Therapie übertragen werden^{16,221}:

1. Eine optimale Passung

Eine ökonomische und präzise Bewegungsausführung kann auf jedem Niveau erarbeitet werden. Dabei kann über die Wahl der verschiedenen Schwierigkeitsstufen (UIAA-Skala, spezielle Therapiewände, Griff-Tritt-Abstand) eine individuelle Anpassung an den Patienten erfolgen (Kapitel 4.2).

2. Bewegungsoptimierung statt Bewegungsnormierung

Das Ziel einer Bewegungsoptimierung ist die ausgereifte Individualtechnik, mit der die persönliche Schlüsselstelle überwunden werden kann. Der Nutzen in der Therapie ist offensichtlich, betrachtet man die unterschiedlichen Schädigungsbilder nach ICD-10 und die Zielsetzung der ICF bei unterschiedlichen funktionellen, psychischen und sozialen Beeinträchtigungen (Kapitel 4.1).

3. Das problemorientierte Lernen

Im Sport wird das Problem durch die Kletterstelle vorgegeben, die es zu überwinden gilt. In der Therapie wird das Ziel durch den Zustand des Patienten und seine Anforderungen an die „ADLs“ vorgegeben. Reflexive Problemlösungsstrategien zu den eigenen Bedingungen müssen entwickelt werden¹⁷. Ansätze der Problembewältigung lassen sich aus dem Klettern in den Alltag der Patienten übertragen (Kapitel 4.4).

Das offene Konzept ermöglichte es, den individuellen Menschen gemäß den Kontextfaktoren der ICF-Kodierung mit seinen einzelnen Fähigkeiten und Therapiezielen, in den Vordergrund zu stellen. Zu den etablierten und evidenzbasierten Behandlungskonzepten in der Neurorehabilitation gehören ein aufgabenorientiertes, repetitives und ausreichend intensives, motorisches Training³⁰¹. Bei genauer Betrachtung werden diese Bedingungen in dem Konzept des therapeutischen Kletterns mit PmMS umgesetzt. Eine Ableitung trainingswissenschaftlicher Grundlagen und methodisch-didaktischer Aspekte von Gesunden auf chronisch Kranke ist unter Berücksichtigung MS-spezifischer Vorgaben im therapeutischen Klettern möglich^{16,20,232}. Das hier erarbeitete Konzept kann unter Berücksichtigung der organisatorischen und individuellen

Vorraussetzungen im Rahmen des KTUs nachhaltig weitergeführt werden. Durch eine fortlaufende Aufnahme neuer Teilnehmer und krankheitsbedingten Ausfällen Einzelner über gewisse Zeiträume, werden die Ziele für den Patienten individuell immer wieder neu entwickelt und die thematischen Inhalte der Mikrozyklen für die Gruppe flexibel angepasst.

Verlaufskontrolle während der Intervention

Nach Winter (2000) beeinflusst die emotionale Stimmungslage spürbar den Erfolg und das Empfinden beim Klettern. Die hier durchgeführte Studie zeigt, dass der sozialen Ebene in diesem Konzept eine deutlich höhere Gewichtung zukommt, als ursprünglich erwartet. Demonstriert wird dies eindrucksvoll in den Ergebnissen des Fragebogens „*Eigenzustandsskala*“. Die signifikanten Veränderungen in vier Dimensionen lassen sich auf der psychosozialen Ebene einordnen. Die Ergebnisse in den Dimensionen „*soziale Anerkennung*“, „*Kontaktbereitschaft*“, „*Selbstsicherheit*“ und „*Stimmungslage*“ unterschieden sich zum Teil hochsignifikant mit großen Effekten. Veränderungen dieser sozialen Komponenten können also auf die Intervention zurückgeführt werden (Kapitel 6.1.2). Auch wenn sich die anderen Items nicht signifikant darstellen ließen, zeigte sich in der Betrachtung der Einzelwerte von dem Beginn der Intervention bis zum Ende in allen Items eine Verbesserung. Die Items „*Ermüdung*“ und „*Spannungslage*“ konnten, wie gewünscht, geringere Werte über den Interventionszeitraum aufweisen. Für alle Dimensionen waren die Effekte stark, außer für die Dimensionen „*Schläfrigkeit*“ und „*Anstrengungsbereitschaft*“, die nur kleine Effekte bei keiner gesicherten Teststärke zeigten. Nach Kotterba et al. (2003) fällt PmMS eine Trennung von Fatigue und Schläfrigkeit eher schwer. Das kann hier Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben. Nitsch (1976) beschreibt für die Messung der psychischen Befindlichkeit, dass die Gesamtbefindlichkeit dabei genauer bestimmt wird, als das Insgesamt der subjektiven (erlebnismäßig repräsentierten) Gegebenheiten einer Person zu einem jeweils bestimmten Zeitpunkt (aus³⁰²). Somit scheint das Kletterprogramm einen positiven Einfluss auf das Gesamtbefinden zu haben.

Neben der psychischen Befindlichkeit mittels der „*Eigenzustandsskala*“, wurde die „*wahrgenommene körperliche Verfassung*“ erhoben. Die Ergebnisse weisen auf ungesicherte, positive Effekte der Intervention hin. Die Befindlichkeitswerte bezüglich der „*wahrgenommenen körperlichen Verfassung*“ ließen über die sechs Monate für die drei Dimensionen „*Beweglichkeit*“, „*Gesundheit*“ und „*Aktiviertheit*“ eine positive Tendenz erkennen, alle mit einem mittleren bis großen Effekt. Das Item „*Trainiertheit*“ zeigte zumindest deskriptiv über den zeitlichen Verlauf eine Steigerung Werte im Median.

Kleinert (2001) spricht bei den beiden Befindlichkeitsskalen von einer guten Eignung zur Überprüfung des Therapieverlaufes. Eine Einordnung in bestehende Literatur bei PmMS

ist nicht möglich. Studien zu Gesundheitsprogrammen evaluieren meist die Effekte auf Gesunde^{288,302}. Nach Kleinert (2001) existiert keine eindeutige theoretische Grundauffassung oder Modellorientierung, wie Befindlichkeitsveränderungen zu interpretieren sind.

Die Rückschlüsse bezüglich der hier durchgeführten Erhebungen liefern ein positives Bild der subjektiven Befindlichkeit während der Intervention und erste Basiswerte für eine zukünftige Einordnung von PmMS.

Ein zentraler Satz, der sich durch alle Einheiten zog, lautete: *„Obwohl es mir heute nicht so gut geht (Stress, körperlich, keine Pause, depressiv...), hat das Klettern gut funktioniert / Spaß gemacht.“*

Positiv auffällig zu beobachten war ein Austausch in der Gruppe, nicht nur von krankheitsspezifischen Informationen ähnlich einer Selbsthilfegruppe, sondern auch die vermehrt stattfindende, fachliche Kommunikation in Bezug auf das Klettern. Das zeigten auch die offenen Kommentare der Teilnehmer, die sich zum Großteil auf die Kletterleistung bezogen (Kapitel 6.1.2, Anhang A3). Ausgenommen der ersten, neunten und achtzehnten Einheit, die im Anhang A3 wörtlich zitiert werden, kommentierten die Teilnehmer die restlichen Stunden mit den meisten Nennungen im Bereich der *„Kletterleistung / Technik“* (biologische Ebene). Aber auch auf der psychosozialen Ebene zeichnete sich mit 45 Nennungen zu dem Bereich der *„Stimmung“* dessen große Bedeutung für die Teilnehmer ab.

In den Ergebnissen der Zuordnung aller Kommentare wurden die drei Ebenen des biopsychosozialen Modells von den Teilnehmern relativ gleichmäßig bedacht, mit etwas weniger Nennungen im sozialen Bereich. Die soziale Ebene zeigte sich jedoch verstärkt in den signifikanten Ergebnissen der *„Eigenzustandsskala“*. Die geringere Gewichtung kann im *„offenen Kommentar“* daran gelegen haben, dass das Thema *„Klettern“* in der Intervention für die PmMS eine übergeordnete Bedeutung hatte. Es handelt sich beim Klettern um ein *„task-orientiertes“* Training (Kapitel 3.2 und 4.4). Auch ist die Beschäftigung mit dem eigenen *„biologischen“* Körper im Alltag vertrauter, da psychosoziale Defizite in der Gesellschaft weniger akzeptiert sind: Eine Gehhilfe ist dem Umfeld deutlich einfacher zu erklären wie psychische oder soziale Veränderungen. An MS erkrankt zu sein, stigmatisiert eine Person noch immer als behindert in unserer Gesellschaft. Es gab Teilnehmer an der Studie, bei denen der Arbeitgeber nichts von ihrer Erkrankung wusste. Die Thematik der *„Erwerbsfähigkeit bei PmMS“*, vor allem der Umgang damit, rückt aktuell auf übergeordneter Ebene, auch europaweit, in den Fokus (Bsp. ECTRIMS 2013). Die Relevanz dieses Themas ist in der Arbeit mit den Menschen deutlich spürbar und kann im Austausch in der Klettergruppe auf einer ungezwungenen Ebene untereinander diskutiert werden.

Anstrengungsempfinden

Nach Borg (2004) ist das menschliche Empfindungssystem gut geeignet, um Empfindungsintensitäten wahrzunehmen. Merkmale für eine körperliche Anstrengung können vermehrtes Schwitzen oder eine gesteigerte Atem- oder Herzfrequenz sein. Einer Überlastung durch das Klettern kann zum einen durch aufmerksame Beobachtung und zum anderen durch das Bewerten der subjektive Einschätzung des Belastungsempfindens der Teilnehmer entgegengesteuert werden⁶¹. Zu den Einflussfaktoren auf das Empfinden der Belastungsintensität gehören Körpergewicht, Körpergröße, konditionelle Voraussetzungen oder Krankheiten.

Um effektiv auf der biologischen Ebene zu trainieren, benötigt der Körper Reize, die über einer gewissen Belastungsschwelle liegen. Das durchschnittliche Belastungsempfinden der Probanden im ersten Studienabschnitt „TKMS“, gemittelt über alle Einheiten, lag auf der Borg-Skala im Bereich „anstrengend“ (MW 14,3). Nach Borg (2004) bedeutet das, dass das Belastungsniveau der einzelnen Einheiten in dem Programm ausreichte, um einen Trainingsreiz zu setzen. Da der gemittelte Minimalwert der Probanden bei 13,4 lag, ordneten die Probanden ihre subjektive Belastungsintensität im geringsten Fall in dem Bereich von „etwas anstrengend“.

Im gesundheitsorientierten Training werden Werte zwischen 11 und 14 empfohlen, abhängig von der Übung, dem Ziel, dem körperlichen Zustand und der Kondition des Patienten²⁹⁴. Lamprecht (2008) gibt in ihren Empfehlungen für PmMS zum Sporttreiben einen Wert zwischen 10 und 13 an, jedoch ohne wissenschaftlich gesicherte Untersuchungen. Werte > 17 deuten eine akute Erschöpfung an; im Wettkampfsport finden sich Werte > 18. Es ist unklar, ob PmMS aufgrund ihrer Erkrankung ein verändertes Belastungsempfinden aufweisen. Die hier ermittelten Werte lagen in den für den Gesundheitssport empfohlenen Bereichen. Ein Ausnahmewert im Interventionszeitraum zeigte sich einmalig bei einem Probanden mit einem Wert aus dem Bereich „sehr leicht“. Dem offenen Kommentar aus dieser Einheit ist aber zu entnehmen, dass der Proband sich selbst unterschätzt hatte und gerne „schwerer“ geklettert wäre. Da er die Woche zuvor den Trainingstermin versäumte, könnte seine Einschätzung bei der Routenwahl zu einer Unterschätzung geführt haben. Von diesem Einzelwert abgesehen, lag die persönlich empfundene Anstrengung in keiner Einheit unter dem Minimalwert von 12 („etwas anstrengender“). Einmalig zeigte sich ein Anstrengungswert von 20 („sehr, sehr anstrengend“), der jedoch durch den Probanden selbst nicht negativ kommentiert worden ist und auch sonst keine Auffälligkeiten hervorgerufen hat.

Nach Stroud et al. (2009) ist die empfundene Anstrengung der PmMS gleichzeitig auch ein Barrierefaktor sportlicher Aktivität. Hier erlaubt das TK aufgrund seiner individuell wählbaren Pausen, auch während dem Klettern, eine ideale, an die Tagesform anpassbare Belastung, die trotzdem einen ausreichenden Trainingsreiz setzt.

Temperaturregulation

„Sportliche Aktivität“ kann ein Faktor sein, das Uthoff Phänomen zu triggern⁴⁷. Um das Risiko zu senken, muss eine starke oder zusätzliche Hitzeexposition vermieden werden³⁰³. Unter diesem Aspekt eignet sich das Klettern für PmMS, da Einflussfaktoren wie eine klimatisierte Kletterhalle, die Wahl der Tageszeit, die Trainingsdauer/-intensität und der Einsatz zusätzlicher Hilfsmittel (Kühlweste oder Kappe) von außen regulierbar sind. In einer Studie von Skjerbak et al. (2013) mit 16 hitzesensitiven PmMS zum Kraft- und Ausdauertraining korrelieren eine durch körperliche Aktivität hervorgerufene Temperaturerhöhung des Körperkerns signifikant mit der Schwere der empfundenen Symptome. Da eine Erhöhung der Körperkerntemperatur beim Krafttraining geringer ausfällt als bei einem Ausdauertraining, raten die Autoren hitzesensitiven PmMS eher zu einem Krafttraining³⁰³. Beim Klettern als Ganzkörperbewegung stehen die motorischen Komponenten Koordination und Kraft im Vordergrund¹⁶. In einer eigenen Pilotstudie an 24 PmMS zeigte sich, dass bei einer durchschnittlichen Kletterdauer von 7 Minuten die Temperaturerhöhung der PmMS immer unter 0,5°C lag (Kapitel 4.3). Es ergab sich kein Zusammenhang zwischen der Temperaturerhöhung und dem subjektiven Belastungsempfinden beim Klettern. Die untersuchten PmMS wiesen ein unterschiedliches Verhalten in der Thermoregulation auf, so dass an dieser Stelle weitere Studien von Interesse sein könnten.

Nach der aktuellen Datenlage kann das therapeutische Klettern, entsprechend den Empfehlungen von Skjerbak et al. (2013) und eigenen Untersuchungen und Erfahrungen, auch hitzesensitiven Patienten empfohlen werden. Temperaturerhöhungen als Barrierefaktor können beim TK vernachlässigt werden⁴. Um unterstützende Maßnahmen treffen zu können, ist eine anamnestische Differenzierung von hitzesensitiven PmMS zu Beginn jeder sportlichen Aktivität empfehlenswert. Das sollte vor jeder Klettertherapie im Anamnesebogen erfasst werden. Ein Patient aus der Studiengruppe „TKMS“ wußte um seine Hitzesensitivität. Er agierte, indem er vor dem therapeutischen Klettertraining kühlende Bäder der Beine durchführte.

Besondere Beachtung sollten diese Erkenntnisse bei Aktivitäten im Freien finden. Klettern in der Natur ergänzt den Erfahrungsschatz von einer künstlichen Kletterwand, setzt neue Anforderungen und erhöht die Motivation. Die Teilnehmer der Klettergruppe „MS on the Rocks“ erhalten einmal im Jahr ergänzend die Möglichkeit des Kletterns am Naturfelsen¹⁸². Dabei ist die Hitzesensitivität einiger Teilnehmer besonders zu beachten, da zum Klettern am Felsen eine trockene, meist warme Wetterlage notwendig ist. Kühlwesten und Kappen werden im Freien als angenehm empfunden und sollten unterstützend eingesetzt werden⁴⁷.

Partizipation

Untersuchungen zeigen, dass Personen mit MS weniger körperlich aktiv sind als Gesunde^{87,297,304}. Für den ersten Studienabschnitt wurde eine Mindestteilnahmezahl an 18 aus 22 Einheiten festgelegt. Aufgrund des unberechenbaren Verlaufs der Erkrankung MS und der langen Dauer der Intervention über den Zeitraum von sechs Monaten, waren Fehlzeiten der Teilnehmer im ersten Studienabschnitt zu erwarten. Das ist aus den Drop-Out-Raten anderer Interventionsstudien bekannt^{75,149}. Ausdauertraining verzeichnet meist die höheren Drop-Out-Raten¹². Alle Teilnehmer der Studie „TKMS“ schlossen die Intervention nach sechs Monaten ab. Fehlzeiten hielten die Teilnehmer von sich aus so gering wie möglich. Eine einzige Person wies Fehlzeiten von 50% auf. Insgesamt erfüllten 11 der 12 Teilnehmer die geforderten 18 Einheiten oder mehr. Ein Teilnehmer nahm sogar alle 22 Termine wahr und drei Teilnehmer jeweils 20 und 21 Termine. Interventionsstudien mit PmMS aus dem Bereich des Kraft- oder Ausdauertrainings verzeichnen über die Zeitdauer von sechs Monaten meist einen Drop-Out um die 25-30%^{75,305}.

Gerade die langfristige Teilnahme an diesem Konzept kann sehr positiv bewertet werden. Eine nachhaltige Teilnahme an Interventionskonzepten ohne Forschungsvorhaben ist bei PmMS als eher gering einzustufen¹². Die sonst gängigen Drop-Out-Raten sind in diesem Konzept erst nach drei Jahren erreicht: Neun der zwölf PmMS aus dem ersten Studienabschnitt „TKMS“ sind noch im Klettern aktiv. Übertragen auf die Gesamtgruppe sind 18 von 27 PmMS noch aktive Kletterer, das entspricht einem Gesamt-Drop-Out von 33%. Diese Zahlen demonstrieren eine hohe Akzeptanz. Gerade im Hinblick auf die chronisch progrediente Erkrankung MS zeigt sich eine gute und überdauernde Beteiligung der PmMS an der Therapieform Klettern.

Die genannten Gründe der PmMS aufzuhören waren: „Nicht zu überwindende Höhenangst“, „progredienter Krankheitsverlauf“ (und der daraus entstehende zu große Aufwand oder die Frustration bezüglich der eigenen Kletterleistung), „zu große Entfernung zur Trainingsstätte“ und „zusätzlich zu großer zeitlicher Aufwand am Wochenende“. Nach Tzschoppe (2013) entspricht das den klassischen Barrieren, die PmMS an regelmäßiger sportlicher Aktivität hindern können. Dazu gehört ebenfalls die eingeschränkte Funktionsfähigkeit, welche ebenso häufig eine Barriere zum Sporttreiben ist¹⁰⁷. Das Programm ist ausgelegt für PmMS bis zu einem EDSS von 7, also auch starken, funktionellen Einschränkungen. Dieses Konzept im Klettern kann also dazu beitragen, auch schwerer betroffene Patienten zu einer sportlichen Aktivität zu bewegen.

Interventionsstudien bei PmMS über einen aktiven Therapiezeitraum von drei Jahren oder länger finden sich selten in der Literatur⁷⁵. Das modifizierte Konzept des sechsmonatigen Interventionsprogramms wurde in dem regelmäßigen Training der Klettergruppe „MS on the Rocks“ im KTU umgesetzt. Zwar ist der Verpflichtungsgrad hier geringer als in der

klar begrenzten sechsmonatigen Studie „TKMS“, aber die geringe Drop-Out-Rate der PmMS bei dieser Therapieform zeigt die hohe Akzeptanz von Seiten der PmMS. Diese ist für ein dauerhaftes Sporttreiben notwendig^{4,15}. Die Determinantenforschung zur Sportpartizipation konnte unter anderem den positiven Zusammenhang der Variable „Selbstwirksamkeit“ mit der Sportteilnahme herausarbeiten³⁰⁶. Zu den Gesundheitsverhaltensweisen gehört das Bewegungsverhalten. Dieses wird auch bei PmMS von der Selbstwirksamkeitserwartung beeinflusst³⁰⁷. Diese Erkenntnisse stellen für Forschung und Therapie eine bedeutende Basis und liefern einen Anknüpfungspunkt mit hohem Potential, um die sportliche Aktivität von PmMS zu steigern⁴⁵. Ein Ziel des therapeutischen Kletterns mit PmMS: Das direkte Erleben und damit wachsende Vertrauen in die eigene Sportlichkeit sorgte für weitere körperliche Aktivitäten neben dem Klettern. Die mittlerweile über 50 PmMS der Gruppe „MS on the Rocks“ zeigen das wachsende Interesse an dieser Therapieform. Die Fluktuation der Teilnehmerzahlen in der MS-Gruppe ist ähnlich denen von Gesunden in einem klassischen Verein. Seit Gründung der Gruppe mit dem Pilotprojekt im Jahr 2005 waren insgesamt 83 PmMS aktive Kletterer der Gruppe „MS on the Rocks“ im KTU. In den neun Jahren sind 28 PmMS ausgeschieden. Verhältnismäßig wenig, wenn die chronische Erkrankung mit ihren vielfältigen Barrieren berücksichtigt wird (Kapitel 4.1). In dem Zeitraum sind bedauerlicherweise auch drei Patienten krankheitsbedingt verstorben.

Trainingshäufigkeit

Die Trainingshäufigkeit von „einmal pro Woche“ ergab sich aus dem Ziel, ein in den Alltag integrierbares, regelmäßiges Training zu schaffen, dass den Teilnehmern nicht nur eine kontinuierliche Teilnahme an der Studie erlaubte, sondern auch langfristig beibehalten werden kann. Besonders bei chronisch kranken Personen, die sich in einem multimodalen Therapiekonzept befinden, ist „Zeit ein kostbares Gut“^{50,68,69,71}. Neben den regelmäßigen konservativen Maßnahmen wie Physio- oder Ergotherapie, die zusätzliche Zeit im Alltag benötigen und von etwa 70% der TN dieser Untersuchung genutzt wurden, ergibt sich bei PmMS häufig auch das Problem einer begrenzten Energiemenge und eingeschränkten Mobilität (doppelte Wegezeiten) mit einer aufwändigeren Grundversorgung im Alltag⁴. In der eigenen Fragebogenuntersuchung der PmMS aus der Klettergruppe „MS on the Rocks“ zu der gewünschten Häufigkeit eines Klettertrainings pro Woche bestätigten sich diese Annahmen: 56% der PmMS wollten einmal pro Woche klettern gehen, 38% zweimal, und nur jeweils 3% dreimal pro Woche bzw. vierzehntägig (Kapitel 4.3). Aus sportwissenschaftlicher Sicht entspricht ein ein- bis zweimal wöchentliches Trainingsprogramm den Minimalanforderungen bei Gesunden, um einen physiologischen Trainingsreiz zu setzen, abhängig vom Trainingszustand der Person²²⁶. Ein ein- bis zweimal wöchentliches Training scheint sich dauerhaft in den Alltag integrieren zu lassen und den Faktor „Zeit“ als Barriere zu reduzieren⁴. Das bestätigte sich hier in der

randomisierten, kontrollierten Interventionsstudie „TKMS“. Alle Teilnehmer nutzten das volle Trainingsangebot und fehlten nur, wenn es sich nicht vermeiden ließ (Kapitel 6.1.1). Der Kommentar eines Teilnehmers dazu beschreibt die Grundstimmung in der Gruppe [nach einer Pause von 3 Wochen aufgrund einer Grippe]:

„Endlich kann ich wieder hier sein (auch wenn der Arzt mir Sport noch verboten hat).“

In diesem Konzept lässt sich bei Bedarf und entsprechenden Ressourcen die Trainingshäufigkeit pro Woche ohne weiteres erhöhen. Jedoch muss vorab eine kritische Aufwand-Nutzen-Abwägung getroffen werden. Sportwissenschaftlich gesehen sind höhere Trainingshäufigkeiten wünschenswert, um deutlichere Effekte zu erzielen. Die aktuellen Richtlinien von Latimer-Cheung et al. (2013) konstatieren Personen mit einer milden bis moderaten MS bei einem mindestens dreißigminütigen, zweimal wöchentlichen Kraft- oder Ausdauertraining positive Effekt auf Teile der gesundheitsbezogenen LQ, Fatigue und Mobilität. Vielleicht kann die geringe Trainingshäufigkeit das hier nicht ganz eindeutige Bild bezüglich der Effekte durch das TK miterklären (Kapitel 6.1, 6.2 und 7.2). Das Konzept wurde jedoch bewusst für eine realistische und dauerhafte Umsetzung des Programmes in den Alltag konzipiert.

Evidenzbasierte Trainingsempfehlungen bei PmMS sind meist allgemein formuliert⁴⁵. Konkrete Empfehlungen im Klettern für die Therapie werden überwiegend aus dem Freizeit- und Leistungssport von Gesunden abgeleitet². Es hat sich in dieser Studie gezeigt, dass schon ein einmal wöchentliches, regelmäßiges Training gewisse Effekte auf motorische und psychosoziale Symptome bei PmMS zeigen kann (Kapitel 6). Je höher die Intensität und konzentrierter die einzelnen Symptome adressiert werden, desto deutlicher kommen die Effekte zum Tragen.

In Absprache mit den Therapeuten haben einige Teilnehmer der Gruppe mittlerweile einen regelmäßigen zweiten Klettertermin einmal pro Woche in der Kletterhalle „Heavens Gate“ in München organisiert. Auch entdeckten einige Teilnehmer das Klettern privat für sich als Sportart. Nach Heesen et al. (2012) können Therapieinterventionen mit Verhaltensmodifikationen einen signifikanten Einfluss auf Symptome wie Fatigue, Depression oder motorischen Störungen bei PmMS erwirken. Das therapeutische Klettern scheint gute Grundlagen für eine verhaltensmodifikatorische Wirkung zu haben, da es dauerhaft betrieben wird.

Organisation

Zu den umweltbezogenen Kontextfaktoren (ICF), wie der Zugang zu der materiellen Umwelt, der Verfügbarkeit relevanter Hilfstechnologien, Einstellungen der Menschen zu Behinderung, sowie Dienste, Systeme und Handlungsgrundsätze, gehört das Setting⁴. Das Setting an der Sportkletterwand der Universität weist verschiedene Vor- und Nachteile gegenüber einer typischen Kletterhalle oder eines reinen Therapiesettings auf. Es liegt

zentral, ist öffentlich erreichbar, bietet aber auch ausreichend Parkmöglichkeiten. Die Halle ist groß, rollstuhlgänglich und verfügt über behindertengerechte Sanitäranlagen. Es besteht die Möglichkeit der Nutzung ergänzender Sportgeräte (Sprossenwand, Kästen, Matten, Kleingeräte) oder therapeutischen Materials (zum Beispiel selbstentwickelte Therapiekletterboards mit Klettergriffen für die Sprossenwand, Abbildung 5). Durch die Anwesenheit weiterer Sportler kann es zu einem Austausch, aber auch zusätzlicher Lärmbelastung und Ablenkung kommen. In der Halle kommt es automatisch zu einem Kontakt mit den Teilnehmern des Hochschulsports. Im Studienabschnitt „TKMS“ fand parallel zu der ersten Stunde jeder Trainingseinheit das offene Programm im Klettern des Hochschulsports an der TUM statt. Die Trainingszeit des „Follow ups“ überlappte sich zeitlich sogar in beiden Stunden mit dem offenen Programm. Die Beobachtungsmöglichkeit von gesunden Sportlern und der Austausch mit ihnen können als Motivation zum Sporttreiben dienen und damit die Nachhaltigkeit eines solchen Programms erhöhen. Nachteilig kann es aber auch zu einer Frustration oder Ablenkung der Teilnehmer kommen. Gemäß den personen- und umweltbezogenen Kontextfaktoren (ICF) wird das Sporttreiben hier jedoch alltäglich - und somit „normal“.

Eine Inklusion der MS-Sportgruppe in den Hochschulsport funktioniert für dieses Konzept nicht, da die therapeutische Arbeit auf der motorischen und psychischen Ebene im Vordergrund steht. Eine Integration der PmMS in den laufenden Betrieb des Hochschulsports ist dagegen möglich. Das Interesse und die Neugierde der Hochschulsportnutzer werden durch die MS-Gruppe geweckt. Die Therapiegruppe wird von außen wahrgenommen, sogar unterstützt. Das zeigte sich im Anbieten von Hilfestellung fremder Sportler durch das Einhängen von Toprope-Seilen oder durch Kommentare außerhalb der Halle, wie: *„Ach Ihr seid doch die Klettergruppe am Samstag, die mit den Rollstuhlfahrern klettert. Toll!“*. Aber auch Geduld von Seiten der Sportler wird gefordert, da manche Handlungen mit Patienten deutlich mehr Zeit beanspruchen. Nachteilig kann sich das Setting auf Personen mit MS auswirken, die eine etwas ruhigere und isoliertere Umgebung benötigen.

Schamgefühl und Frustration bezüglich der eigenen Leistung können als Barrierefaktoren sportliche Aktivität verhindern⁴. Dadurch, dass jedoch alle Teilnehmer der Gruppe an MS erkrankt sind, entsteht ein Gruppenkohärenzgefühl mit einer individuellen Sicherheit, die sich auch nach außen zeigt. Die Erprobung der eigenen Sportlichkeit kann hier in einem relativ geschützten Rahmen erfolgen.

Ein Nachteil des Programms ist der, trotz Gruppentherapie, relativ hohe Betreuerschlüssel, ein gewisser Materialaufwand und die benötigten Räumlichkeiten im Klettern mit Seilsicherung. Dadurch entstehen höhere Unkosten als sonst in Gruppentherapien im Gesundheitswesen gängig sind. Es hat sich aus den Erfahrungen, auch bei der eigenen

Unterstützung im Aufbau weiterer Gruppen bayernweit gezeigt, dass in etwa Kosten zwischen acht und fünfzehn Euro pro Einheit pro Person entstehen. Diese sind von den zum Teil frühberenteten PmMS oft schwer zu finanzieren. Im Vergleich zu den Kosten der medikamentösen Therapien sind die Gesamtkosten für das TK jedoch vernachlässigend gering⁴¹. Die Zusammenarbeit mit der DMSG Bayern erwies sich hier als sinnvoll, da sie in Einzelfällen bei einer Lösungsfindung behilflich war. In der Voruntersuchung der Gruppe „MS on the Rocks“ zeigte sich, dass 50% der PmMS sich vorstellen konnten „acht bis zehn Euro“, 44% „fünf bis sieben Euro“ und nur 6% „elf bis dreizehn“ Euro pro Termin für das TK auszugeben (Kapitel 4.3). Auch wenn der Einstieg durch die sechsmonatige Interventionsstudie für die Teilnehmer der Interventions- und Kontrollgruppe bis zu der Integration in das KTU kostenneutral war, waren diese bereit, im Anschluss den Beitrag für das TK zu übernehmen. Im KTU mit seinen satzungsgebundenen Konditionen an der TUM beträgt der Jahresbeitrag für die MS-Gruppe für ein zweistündiges Training einmal pro Woche aktuell 390,- Euro.

Motivation und Nachhaltigkeit

Grundidee für dieses Kletterprogramm war eine neue, nachhaltige und motivierende Aktivität unter sporttherapeutischen Aspekten zu ermöglichen und zu untersuchen. Studien haben gezeigt, dass sich in kurzfristigen Therapiemaßnahmen zwar Effekte nachweisen lassen, diese sich danach aber häufig wieder zurückbilden^{62,308}. Funktionelle Verbesserungen bleiben nur erhalten, wenn sie regelmäßig geübt werden⁷⁵. Dieses Konzept im TK setzt genau dort an. Das Programm sollte PmMS in ihrem Krankheitsbild, aber auch in den heutigen Bedingungen der Rehabilitation, bei denen Maßnahmen zur psychophysischen Wiederherstellung neurologischer Patienten häufig zu früh beendet werden, gerecht werden. Ursachen für einen frühzeitigen Abbruch der Rehabilitationsmaßnahmen sind nach Lazik et al. (2008) neben den klinischen Vorgaben die mangelnde Motivation der Patienten. Nur das Bewusstsein positiver Effekte durch Sport auf die Gesundheit, reicht auch bei PmMS nicht aus^{306,307,309}.

Ein Klettererlebnis führt zu unterschiedlich wahrgenommenen und gespeicherten Eindrücken, aus denen eine überdauernde Perspektive zur Motivation des Sporttreibens entstehen kann (Kapitel 3.2 und 4). Motivationale Gründe können vielfältiger Art sein: Die Begeisterung für die Bewegungsform an sich (Klettern ist archeotypisch im Menschen verankert), die Auswirkungen sportlicher Aktivität auf die Gesundheit (Klettern schult Kraft, Koordination und Ausdauer), das Treffen Gleichgesinnter (Klettern findet in der Gruppe statt) oder einfach nur der Spaß und die Freude an diesem Moment (Erfahren des Flow-Erlebnisses im Klettern). Eine individuelle Übertragung aus dem Klettern obliegt der Einzelgewichtung des Motives (Kapitel 3.2, 4 und 6.1).

Nach Pfeifer et al. (2013) ist die Motivation ein grundlegender Faktor für eine nachhaltige Bewegungsintegration in den Alltag. Die hohe Motivation der Teilnehmer zeigte sich im Verlauf des Gesamtprojekts auf verschiedenen Ebenen. Das Klettern kann also Patienten motivieren, aktiv zu werden und es auch zu bleiben. Oder aber, bei nichtverarbeiteten Misserfolgen, zum Gegenteil führen. Auch hier wird es, wie in jeder Sportart, „Trendsport-Kletterer“ geben, die nicht dauerhaft diese Sportart wählen. Letztendlich ist es unwichtig, ob die Aktivität im Klettern oder einer anderen sportlichen Aktivität stattfindet. Der Kommentar eines jüngeren Studienteilnehmers (ID 7) nach drei Jahren macht dies deutlich: *Auch wenn ich nach anfänglicher Begeisterung nicht mehr zum Klettern gehe, so habe ich doch mit meiner alten Sportart "Volleyball" wieder angefangen.*“

Zumindest sind aus der ersten Pilotstudie 2005 nach acht Jahren immer noch 50% der TN der ersten Stunde aktive Kletterer bei „MS on the Rocks“. Auch zeigte sich nach der zweiten Studie „TKMS“ eine so große Begeisterung, dass eine weitere Therapiegruppe gegründet werden musste, um die Interessenten zu versorgen. Die Gründe der nicht-aktiven Personen waren, neben mangelndem Interesse, vor allem die zeitlichen und räumlichen Bedingungen. Diese beiden Gründe könnten durch erweiterte Therapieangebote überwunden werden. Aber auch eine Verschlechterung im Krankheitsverlauf (und der darauf folgenden Nichterfüllung der eigenen Leistungserwartungen) oder zu stark ausgeprägte Krankheitssymptome (Bsp. Ataxie, Spastik) zwangen drei PmMS aus der Studie „TKMS“ dazu, mit dem TK aufzuhören. Diese Faktoren lassen sich nur schwer kontrollieren bzw. nur über individuelle psychologische Arbeit beeinflussen. Alternativ könnte hier eine Einzeltherapie im TK eine sinnvolle Ergänzung bilden. Auf die ambivalente Wirkung durch das Klettern, welche neben einer wünschenswerten Auswirkung immer auch unerwünschte Erfahrungen und Erlebnisse beinhalten kann, wird hier nicht vertieft eingegangen²³⁶. Jeder Therapeut mit pädagogischem Gespür sollte durch vorausschauende Planung und permanente Aufmerksamkeit rechtzeitig in der Lage sein, bei Bedarf zu agieren.

Ein weiterer, wesentlicher Faktor der Motivation ist die Lust an der Bewegung. Um diese zu schüren, muss es zu einer ständigen Weiterentwicklung der eigenen Einstellung zur Bewegung kommen. Das Klettererlebnis kann anhand der verschiedenen Ebenen (Sinndimensionen) diese Lust am Klettern hervorrufen¹⁷⁶. Je nach wahrgenommenen und gespeicherten Eindrücken des Klettererlebens kann sich eine überdauernde Perspektive zur Motivation des Sporttreibens (hier Klettern) bilden²²¹. Persönlichkeitsdarstellende Verhalten können nachhaltig beeinflusst werden und Handlungsweisen festigen, mit denen die gewünschten Effekte (zum Beispiel Gesundheit oder Geselligkeit) erreicht werden²²¹. Das Klettern eröffnet diese Vielfalt sportlicher Handlungsmotive, so dass gerade PmMS mit ihren vielfältigen Symptomen profitieren können.

Krankheitsbedingte Funktionseinschränkungen und körperliche Inaktivität erhöhen den zunehmenden Bewegungsmangel der Patienten. Infolge dessen nimmt die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit ab, während funktionelle Einschränkungen durch Symptome zunehmen. Daraus kann nicht zuletzt eine Reduzierung der Selbstwirksamkeitserwartung resultieren, die wiederum in verstärkter Inaktivität mündet⁷⁸. Ein Teufelskreis entsteht. Nicht selten werden chronisch kranke Menschen aufgrund ihrer krankheitsbedingten Defizite oder des Risikos von so selbstverständlichen Dingen wie „Sport“ ausgegrenzt. Plow et al. (2009) diskutieren als Grund, dass PmMS Unsicherheiten hegen, inwieweit sie überhaupt sportliche aktiv sein können. PmMS haben Ängste, dass ihre funktionellen Beeinträchtigungen zu groß sind, um Sport zu treiben. Unsicherheiten, sichtbar in den Kommentaren der Teilnehmer, existieren auch in der Population dieser Studie (Anhang A3). Der Kommentar von ID 1 demonstriert deutlich die Veränderung über die Zeit: Sie bringt zunächst ihre Zweifel in der ersten Stunde zum Ausdruck, hat diese Barriere in der letzten Einheit aber völlig überwunden und sich sogar zu weiteren Aktivitäten entschlossen (s. Kapitel 6.1.2).

Um die Krankheitsbewältigung von PmMS zu unterstützen, sehen Motl et al. (2007) eine zentrale Aufgabe der Forschung in der Untersuchung von Compliance und Motivation für sportliche Aktivität. Die aktive und rege Umsetzung des Trainings von Seiten der Teilnehmer, mehrheitlich über den Studienzeitraum hinweg, bestätigen die hohe Motivation und gute Compliance (Stundenverlaufsplan und Kommentare der PmMS im Anhang A3).

Therapie beschäftigt sich in der Regel mit der Erkrankung und einer Beseitigung der vorhandenen Defizite. Der Transfer zu der allgemeinen, sportlichen Leistung kann durch das TK erfolgen und dazu beitragen, den Nutzen des Sports für diesen Personenkreis als Grundelement zu begreifen und so zu einer Integration in den Alltag verhelfen. Um diese positiven Effekte durch Sport nutzen zu können, muss, wie zuvor schon festgestellt, die Aktivität regelmäßig und dauerhaft erfolgen^{226,310}. Durch die hohe sportspezifische Komponente des therapeutischen Kletterns erfolgt ein Erleben der Normalität auf der Ebene des Sports. Eine langfristige Verhaltensschulung („Life-time-sports“) wird angestrebt. Motl et al. (2011) konnten zeigen, dass Fatigue und Depression einen Einfluss auf Life-time-sports bei RRMS haben. Das klassische Setting einer Therapiemaßnahme ist meist die Klinik oder Praxis. In der Klettertherapie kann der eintönige, teilweise depressive Therapiecharakter durch die „sportliche“ Umgebung einer Kletterhalle oder das Klettern am Felsen in der Natur aufgelöst werden.

Die Verbesserung der Gesundheit und der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie das Erfahren der eigenen Leistungsfähigkeit werden von aktiven wie inaktiven PmMS als Benefit von sportlicher Aktivität gesehen¹⁰. Diese Motive bestätigten sich auch in der subjektiven Befragung der Teilnehmer der Klettergruppe: Neben dem „Spaß an der

Bewegung“, gehörten „Gesundheit“, „körperliche Fitness“ und das „Treffen Gleichgesinnter“ zu den häufigsten Motiven, zum Klettern zu gehen (Kapitel 4.3). Winter (1999) vergleicht die Perspektiven, die der Klettermotivation zugrunde liegen und das sozio-kulturelle Verhalten beeinflussen, mit einem „roten Faden“, der sich durch das Kletterleben zieht. Er kann das Klettern zum Beispiel als Naturerfahrung oder wie hier unter Gesundheitsaspekten, widerspiegeln. Verflochten mit anderen Fäden, die weiteren Betrachtungsweisen des Kletterers symbolisieren (wie das Treffen von Gleichgesinnten), entstehen so mehrere Motive, die den Kletterer leiten²²¹. Übertragen auf die Therapie bei chronisch Kranken, eröffnet das therapeutische Klettern also verschiedene Ansätze, um zum lebenslangen Sporttreiben zu motivieren. Im Laufe des Kletterlebens können so neue Klettererlebnisse den Erfahrungsschatz und die Perspektive verändern. In der Therapie kann die Motivation also auch bei einer schleichenden Verschlechterung des Zustandes einer PmMS mit Hilfe eines Perspektivenwechsels und einer neuen Sinngebung angepasst werden.

Die Auswirkungen des Kletterns werden unter anderem bestimmt durch die Wahrnehmung der jeweiligen Person^{176,214}. Effekte lassen sich so nur schwer messbar machen. Ein treffendes Beispiel von Winter (1999) beschreibt die unterschiedlichen Empfindungen zweier Kletterer an ein und derselben Stelle: Nutzt einer die Schlüsselstelle, um seine neu gelernte Technik des Eindrehens einzusetzen und sich an der Bewegung zu erfreuen, empfindet der andere die schwierige Stelle im Überhang als notwendiges Übel, das er überwinden muss. Ein und derselben Kletterei können also unterschiedliche Bedeutungen zugeschrieben werden. In der Gesundheitsforschung und Sportwissenschaft werden unter einer Einordnung der ICF-Rahmenstruktur kognitive, behaviorale und emotionale Faktoren herangezogen, um das Gesundheitsverhalten und die Zusammenhänge auf lebenslange sportliche Aktivität zu ergründen. Verschiedene Modelle und Theorien (Bsp. „sozial kognitive Theorie“, „Health-Belief-Modell“, „HAPA-Modell“, „MOVO-Modell“) dienen dabei als Grundlage^{4,306,311}. Wissenschaftliche Untersuchungen zum eigenen Erleben der Sportlichkeit und den Einfluss durch Maßnahmen wie dem TK mit einer Integration der sportlichen Aktivität in den Alltag, wären hier von gesteigertem Interesse.

Die Dauer der Erkrankung MS beträgt im Schnitt 35 Jahre und die Versorgung findet überwiegend ambulant statt⁴³. Daraus ergibt sich erneut die große Bedeutung der Sporttherapie. Körperliche Aktivität sollte alltäglich sein und beeinflusst bei Gesunden nachweislich die Lifestyle-Faktoren²²⁶. Neben der grundsätzlichen Behandlung von PmMS in Einzeltherapien wie der Physio-, Ergo-, Logo- oder Hippotherapie, kommt hier das neu entwickelte Konzept im TK in einer Gruppe hinzu. Unter den Umweltfaktoren ist der Einfluss von Lifestyle-Faktoren auf das Epigenom bei MS ein Hauptfaktor. Ebenso haben die Ernährung und Bewegung einen Einfluss auf die Gehirn-Parenchymal-Zellen (Gliazellen, Neuronen). Gacias und Casaccia (2013) heben in ihrem Artikel neben der

Immunmodulation in der Therapie von PmMS die Bedeutung von axonaler Protektion und Bildung von neuem Myelin hervor. Die unterstützende Wirkung durch sportliche Aktivität auf die Neuroregeneration wird in der aktuellen Studienlage immer deutlicher¹³. Auch konnte in Tierversuchen gezeigt werden, dass soziale Interaktion einen tiefen Einfluss auf das Chromatin-Profil in Oligodendrozyten-Progenitors zeigt³¹². Ein holistischer Ansatz in der Therapie von MS ist essenziell³¹³. Das Klettern kann auf der Ebene zwischen klassischer Therapie und Sport dazu beitragen und Life-Style-Faktoren verändern.

Auch wenn die Funktionsfähigkeit eines Menschen die verschiedenen Komponenten von Gesundheit beeinflusst, sind in den ICF-Core-Sets bei MS die Schwerpunkte auf die Aktivität und Teilhabe am Leben gesetzt²⁴⁷. Die Ebene der Funktionsfähigkeit hat eine Wechselwirkung auf alle Komponenten der ICF. Das TK kann neben der Beeinflussung auf der funktionellen Ebene einen wichtigen Beitrag in der Aktivität und Teilhabe leisten. Speziell das Kletterprogramm betrachtend, äußert sich das folgendermaßen: Ein Teilnehmer der Gruppe partizipiert regelmäßig an einem Klettertraining (Alltag), trainiert seine vorhandenen Funktionen (körperlichen Aktivität) und gelangt zusätzlich in einen aktiven Austausch mit der Gruppe (soziale Teilhabe am Leben). Es kann also zu einer Veränderung mehrerer Größen kommen. Aus Patientensicht fehlt in den Angaben der ICF der Bereich der Freizeitaktivität in der Kurzversion³¹⁴. Die Relevanz der „regelmäßigen Freizeitaktivität“ für PmMS durch das Klettern spiegelt sich auch in den Kommentaren der Teilnehmer der Studie (Anhang A3). Folgender Kommentar eines Teilnehmers bestätigt die hohe Motivation und Nachhaltigkeit zum Sporttreiben auf der Ebene der Freizeit durch das TK.

Zitatauszug ID 86: „...[ich] will demnächst einen Kletterkurs machen, um auch privat zum Klettern zu gehen....“.

Somit erreicht das Klettern für einige Teilnehmer eine übergeordnete Ebene, löst sich aus dem rein therapeutischen Anspruch und trägt zu der Teilhabe am Leben in der Gesellschaft bei. Nach den durch das therapeutische Klettern gewonnenen Erfahrungen, kann es zu einer Aufwertung der eigenen Person und einer Bereicherung für den Alltag kommen.

7.2 Effekte des therapeutischen Kletterns auf Personen mit MS

Der hohe Stellenwert symptomatischer Therapiemaßnahmen hat sich trotz verbesserter medikamentöser Therapiemöglichkeit kaum verringert^{72,88}. Die Literatur zu Interventionsstudien bei Personen mit MS zeigt zwar, dass sportliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die verschiedenen Symptome hat, aber verallgemeinerbare Aussagen

bezüglich der Effekte sind schwierig. Neben der komplexen Erkrankung mit unvorhersehbarem Verlauf, sind häufig methodische Mängel das Problem. Aussagen bezüglich der Verbesserung eines Parameters wie der Lebensqualität, Depression, Kognition oder Fatigue durch sportliche Aktivität bei PmMS sind noch widersprüchlich oder unklar^{8,109,116,315}. Als gesichert gelten Effekte sportliche Maßnahmen aus dem Bereich des Kraft- und Ausdauertrainings auf typische Parameter wie Kraft, Gleichgewicht und Mobilität, sowie bedingt auf Parameter, die mit Selbstbeurteilungsbögen erhoben werden (Bsp. Lebensqualität, Fatigue oder Stimmung)^{14,50,79,83}.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das TK in allen untersuchten Parametern eine Stabilisation oder Verbesserung über die Zeit bewirken konnte. Im randomisierten Studienabschnitt können die Ergebnisse der Klettergruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe zumindest meist eine Verbesserung oder Stabilisation zeigen, auch wenn Signifikanzen schwer nachzuweisen sind. Dahingegen sind die Aussagen über den Dreijahresverlauf überwiegend signifikant.

Die Ergebnisse der sechsmonatigen, randomisierten Interventionsstudie „TKMS“ und des Dreijahres-Follow-ups werden hier zusammen diskutiert. Die Dreijahresdaten umfassen den realeren Alltag, liefern aber eine geringer kontrollierte Darstellung der Effekte durch die fehlende Kontrollgruppe. Aufgrund der statistisch korrekten Darstellung mit Median und Interquartilen für den ersten Abschnitt der Studie können die Ergebnisse nur bedingt mit Mittelwerten aus anderen Studien in Relation gesetzt werden. Am Ende eines jeden thematischen Abschnittes (Outcome-Parameter) wird exemplarisch ein Zitat aus dem „offenen Kommentar“ dazu vorgestellt.

Studienpopulation

Weder in den demographischen noch in den klinischen Daten der Stichprobe der Studie „TKMS“ des ersten Abschnitts zeigten sich an der Baseline signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, außer in der Medikation. Das Alter aller Teilnehmer reichte von 27 bis 61 Jahren. Der Median der Erkrankungsdauer in Jahren lag in beiden Studienabschnitten bei mindestens 11 Jahren. Die Spanne umfasst den Zeitraum von aktueller Diagnosestellung bis zu einer Krankheitsdauer von 35 Jahren. Das zeigt ein Interesse an der Therapieform von der Erstdiagnose bis zu einem späten Stadium.

Etwa 40% der Personen, die an dem Kletterprogramm teilnahmen, wiesen einen schubförmigen Verlauf auf. Diese Personen befinden sich überwiegend im jungen Erwachsenenalter⁶³. Der Klettersport besitzt eine gewisse Attraktivität, gerade auch für jüngere Personen. Der Deutsche Alpenverein schätzt die Zahl der Kletterer in Deutschland im Jahr 2010 auf etwa 300.000 Personen und in Europa auf zwei Millionen. Es ist sinnvoll, dieses hohe Motivationspotenzial auch in der Therapie zu nutzen^{20,182}. Insgesamt wiesen etwa 60% der Probanden einen chronisch progredienten Verlauf auf. Da gerade dort die Möglichkeiten der Medikation limitiert sind und meist eine Eskalationstherapie (mit

gelegentlich schwerwiegenden Nebenwirkungen) die Therapie der Wahl ist, scheint es ein großes Interesse an alternativen Therapiemethoden zu geben^{23,63}. Der Anteil von immerhin etwa 20% an PPMS im ersten Abschnitt dieser Untersuchung ist relativ hoch, da bekannt ist, dass PPMS weniger sportlich aktiv sind als RRMS⁸⁸. Die medikamentöse Behandlung von PmMS mit einer PPMS ist sehr eingeschränkt. Bezüglich der MS-spezifischen Medikation ergibt sich eine gemischte Verteilung aus Basis- und Eskalationstherapie sowie keiner Einnahme von Medikamenten. In beiden Studienabschnitten befanden sich zu Beginn der Studie etwa 40% in einer Basistherapie. Im ersten Abschnitt bekamen etwa 40% eine Eskalationstherapie und 20% nahmen keine Medikamente. Das Verhältnis drehte sich für den Dreijahresverlauf um, so dass der Anteil der PmMS ohne spezifische MS-Medikation dem derer mit einer Basistherapie entsprach (40%). Neue, konservative, symptomatische Therapieoptionen sprechen PmMS auch ohne eine MS-spezifische Medikation an. Im ersten Studienabschnitt „TKMS“ unterschieden sich die Kletter- und Kontrollgruppen signifikant bezüglich der Medikation, das könnte an dem höheren Anteil an PPMS in der Kontrollgruppe liegen und einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben. In beiden Studienabschnitten ist in etwa die Hälfte der Teilnehmer noch berufstätig, so dass hier Personen gefördert werden, die aktiv im Arbeitsleben stehen. Aber auch einer Isolation von frühberenteten Personen mit MS kann entgegen gewirkt werden.

Es existiert eine negative Korrelation zwischen Schweregrad der funktionellen Beeinträchtigung und sportlicher Aktivität^{4,88}. In den beiden Stichproben waren etwa 50% der PmMS auf eine Gehilfe oder einen Rollstuhl angewiesen. Das zeigte auch die Verteilung im Behinderungsgrad anhand der EDSS, welcher im Median bei 4,5 lag und die Verteilung der Anzahl der Symptome mit den häufigsten Nennungen von Gleichgewichts- und Gehstörungen.

Nachweise von positiver Wirkung durch sportliche Aktivität auf die verschiedenen Symptombereiche der PmMS werden immer häufiger erbracht (Kapitel 3.1.3). So zeigen Killestein und Polman (2005), dass Sport eine positive Wirkung auf Symptome wie Mobilität, Fatigue, Kraft und Ausdauer, aber auch Atemfunktion, Blasen-/Darmfunktion, Depression und Lebensqualität von PmMS hat. Das MS-Register Deutschland ermittelte 2006 eine typische Symptomverteilung mit Problemen in der Feinmotorik, Gleichgewicht, Sensibilität, Kraft, Blasen-Darmfunktion, Fatigue und Spastik³¹⁶. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch in der vorliegenden Studienpopulation. Die genannten Symptome entsprachen überwiegend den in der Studie untersuchten Outcome-Parametern wie Gleichgewicht, Gang, Kognition oder Selbstwirksamkeit. Sie können durch das Klettern therapeutisch adressiert werden (Kapitel 3.2.2).

Das therapeutische Klettern hat in dieser Untersuchung PmMS aller Altersstufen, aller drei Verlaufsformen mit verschiedener Medikation, mit und ohne berufliche Aktivität oder schweren körperlichen Einschränkungen angesprochen. Dieses heterogene Bild der

Stichprobe zeigt die reale Situation im Umgang von PmMS, macht aber auch die Schwierigkeiten einer Evaluation von Effekten durch Interventionsmaßnahmen deutlich.

Eine interessante Fragestellung ergibt sich aus den Angaben zur täglichen, sportlichen Aktivität der Teilnehmer. Vor Beginn der Intervention waren 50% der Studienteilnehmer mit regelmäßig mindestens 30 Minuten Sport/Woche aktiv. Turner et al. (2009) erfassten in ihrer Kohortenstudie etwa 3.000 PmMS, von denen 29% sportlich aktiv waren. Sie definierten „sportlich aktiv“ allerdings mit folgenden Angaben: Dreimal Sport/Woche und zwar so, dass die Person ins Schwitzen kommt. Stroud et al. (2009) hingegen erfassten ebenfalls die sportliche Aktivität, die sie lediglich mit zweimal 30 Minuten Sport/Woche festlegten. Die Probanden dieser Studie scheinen auf den ersten Blick mit 50% zwar von vorne herein etwas aktiver zu sein, aber die Definition von sportlicher Aktivität mit mindestens einmal 30 Minuten Sport pro Woche liegt hier deutlich niedriger und erfasst keine Intensität. Die Ergebnisse weiterer Studien belegen, dass PmMS generell weniger aktiv sind als Gesunde^{87,304}. Die Vermutung liegt nahe, dass die PmMS dieser Untersuchung ähnlich inaktiv waren, wie es sich in der Literatur darstellt. Eine Motivation zum Sport durch die Teilnahme an dem Klettertraining wurde in der Umfrage bei den Teilnehmern „MS on the Rocks“ positiv erfasst. Eine „größere Motivation zur Bewegung“ gaben 90% der Teilnehmer an (Kapitel 4.3). Auch die subjektiven Kommentare der MS-Kletterer des ersten und zweiten Studienabschnittes verbalisierten ein gesteigertes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten und einen gesteigerten sportlichen Alltag durch das Klettern (Anhang A3). Die Vermutung liegt nahe, dass die PmMS der Studie durch die Teilnahme an dem Programm im TK insgesamt sportlich aktiver geworden sind. Motl et al. (2005) sehen in der Untersuchung psychosozialer Parameter, wie den der Selbstwirksamkeit basierend auf sozialkognitiven Theorien, einen Schlüssel zum Verständniss sportliche Aktivität bei PmMS. Dieser Aspekt wird in Kapitel 7.2.2 vertieft diskutiert.

Der Kommentar eines Teilnehmers aus dem Follow up fasst die Verflechtung in allen Bereichen des biopsychosozialen Modells zusammen:

Zitat ID 85: „Durch das Klettern werde ich beweglicher, mutiger, habe ein besseres Gleichgewicht, bin deshalb auch sicherer im Alltag (zum Beispiel Leiter beim Fensterputzen, Treppen steigen), gehe auch mal über meine Grenzen hinaus. Das Klettern ist mir auch sehr wichtig, wegen sozialen Kontakten, Verbundenheit mit der Gruppe, Austausch mit Betroffenen, gemeinsam Spaß und Freude, darüber hinaus auch Kontakte im Alltag (Freundschaften schließen). Der Erfolg beim Klettern gibt auch positive Impulse für den Alltag, Erfolgserlebnisse und Anerkennung der individuellen Leistung, stärkt das Selbstbewusstsein.“

7.2.1 Einfluss auf Kognition und Motorik

Der Mobilität des Einzelnen erhält nach ICF-Kriterien einen hohen Stellenwert. Sie wird auf funktioneller Ebene entscheidend von der Stabilität im Stand und Gehfähigkeit beeinflusst (Kapitel 3.1.3). Die kognitive Leistung kann als ein Prädiktor für die motorische Funktion der oberen und unteren Extremität gesehen werden³¹⁷. Bei PmMS existiert ein Zusammenhang von kognitiver Leistungsfähigkeit, Gangbild und Dual-Task-Aufgaben^{318,319}. Neben einer Einschränkung in der Alltagsaktivität und Teilhabe am Leben, besteht für PmMS auch eine erhöhte Sturzgefahr durch die genannten Einschränkungen³¹⁹⁻³²³. Aufgrund der kleinen Fallzahl im ersten Abschnitt der Untersuchungen, werden die Werte für diesen Zeitraum mit Vorsicht interpretiert.

Kognition

Die Literaturlage zur Untersuchung und Einordnung der kognitiven Leistungsfähigkeit bei Personen mit MS erweist sich als vielfältig (Kapitel 3.1.3). Es existieren allerdings nur wenige, ausreichend gesicherte Erkenntnisse zum Einfluss sportlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei PmMS, so dass die Ergebnisse hier in Relation zur allgemeinen Kognitionforschung gestellt werden^{126,127}.

Sechsmonatige Interventionsstudie

In beiden Testverfahren zeigte sich in der Klettergruppe eine signifikante Verbesserung über die Zeit, jeweils mit einem starken Effekt ($\geq 0,6$). Die Kontrollgruppe verbesserte sich ebenfalls signifikant im FST. Im PASATs zeigte sich eine leichte Verbesserung im Median, jedoch weder signifikant noch mit einem großen Effekt. Der Ausgangswert des PASATs ähnelte sich in beiden Gruppen und lag kognitiv in einem unauffälligen Bereich. Eine globale Interpretation der Effekte ergibt also einen Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit über die Zeit unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit. Wird der Effekt durch den Vergleich der beiden Gruppen über die sechs Monate geprüft, bestätigt sich weder im PASAT noch im FST ein signifikantes Ergebnis. Die Alternativhypothese muss in diesem Fall abgelehnt werden. Die Teststärke beider Testverfahren liegt hier zwischen 20% und 30%.

In der Literatur zeigt sich hier ein widersprüchliches Bild. Velikonja et al. (2010) fanden in ihrer Interventionsstudie mit 20 PmMS zum therapeutischen Klettern und Yoga zwar durch das Klettern ebenfalls keine Verbesserung der selektiven Aufmerksamkeit (gemessen mit dem d2CP), dafür besserte sich diese jedoch durch Yoga. Die Exekutivfunktionen (NAB und TOL) verbesserten sich in keiner der beiden Gruppen signifikant. In einer weiteren Interventionsstudie von Oken et al. (2004) konnten keine signifikanten Effekte von Yoga bzw. einem aeroben Training gegenüber einer Warte-Kontrollgruppe auf die kognitive Leistungsfähigkeit (Stroop Color-Word-Test) gefunden werden. Verwendet wurden jedes Mal unterschiedliche Messinstrumente. Die untersuchten Populationen und Studiendesigns

ähnelten bedingt dem dieser Studie: Der EDSS der Teilnehmer lag in beiden genannten Studien unter 6,5 und die Intervention fand einmal pro Woche statt. In der Studie von Velikonja et al. (2010) umfasste das Training nur 10 Wochen, das Training bei Oken et al. (2004) dagegen sechs Monate. Auch untersuchten Oken et al. (2004) drei Gruppen mit insgesamt 69 Teilnehmern, und beide Interventionsgruppen wurden zusätzlich mit einem Heimübungsprogramm versorgt. Der Drop-Out in den sechs Monaten lag bei 12 Personen und war am höchsten in der aeroben Trainingsgruppe. Aufgrund der verschiedenen Limitierungen beider Studien fordern die Autoren eine vorsichtige Interpretation der Ergebnisse mit weiteren Untersuchungen. Dem ist sich zunächst nach den Ergebnissen aus dem ersten Studienabschnitt dieser Untersuchung anzuschließen.

Dreijahresverlauf

Für den Dreijahresverlauf demonstrierten die Werte des PASATs eine kontinuierliche, signifikante Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit über sechs Monate und drei Jahre. Die Alternativhypothese kann hierfür angenommen werden. Die Werte lagen zu keiner Zeit über den in der Literatur kritischen Werten, das heißt die PmMS der hier untersuchten Gruppe zeigten keine kognitiven Auffälligkeiten in der Informationsverarbeitung. In Betrachtung der Studienlage zu Demenz und Senioren bezüglich der kognitiven Leistungsfähigkeit hat ein sportliches Training bei kognitiv schwächeren Personen einen größeren Effekt¹²⁷. Das wird in der Regel auf Bodeneffekt zurückgeführt, da bei Gesunden das Verbesserungspotenzial geringer ist als bei Kranken. Daraus könnte gefolgert werden, dass bei kognitiv auffälligen PmMS eine deutlichere Verbesserung durch das TK zu erzielen ist. Aufgrund der Ergebnisse des Dreijahres-Follow-up und den Aussagen der Literatur kann von der Annahme ausgegangen werden, dass durch ein langfristiges Training im therapeutischen Klettern die kognitive Leistungsfähigkeit bei PmMS erhöht werden kann.

Aus der Grundlagenforschung in Tiermodellen ist bekannt, dass physiologische Aktivität zu einer verbesserten Hirndurchblutung und kognitiven Leistung führen kann^{128,160,315}. Allgemein nachgewiesen ist, dass sportliche Aktivität zu morphologischen Veränderungen der Gehirnstruktur (wie einer Veränderung der Synapsen in Verdickung und Struktur, einer Erhöhung der Anzahl von Synapsen pro Neuron, sowie einer Verlängerung und Stabilisierung von Dendriten) führen kann^{117,160}. Ein regelmäßiges Training unter therapeutischen Aspekten, wie hier durchgeführt, kann also die Stoffwechselfunktion und Neuroplastizität auf der Ebene der Synapsen und der kortikalen Repräsentation erhöhen^{315,324}.

Die Forschung bei PmMS zeigt, dass spezielle kognitive Rehabilitationsprogramme (keine Sportprogramme) zu einer Verbesserung der Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistung

bei PmMS führen^{124,325-327}. Diese Effekte können sogar über sechs Monate anhalten und positiv auf Depression und LQ einwirken³²⁶.

Die beiden Testverfahren dieser Studie untersuchen verschiedene Bereiche der kognitiven Leistungsfähigkeit. Während der *Paced Auditory Serial Addition Tests (PASAT)* schwerpunktmäßig die Kapazität der Informationsverarbeitung erfasst, werden beim *Faces Symbol Test (FST)* das Arbeitsgedächtnis, die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung untersucht (Kapitel 5.2). Im Klettern wird auf vorhandene Engramme zurückgegriffen, neue Bewegungsaufgaben entstehen und werden mit jeder neuen Route variiert. In der Schulung von Materialkunde und Technik werden neben der Informationsverarbeitung auch das Arbeitsgedächtnis und die Konzentrationsfähigkeit benötigt. Eine beständige Wiederholung der Bewegungsabläufe, aber auch leichte Abwandlungen der neu gelernten Klettertechniken, schulen eine Automatisierung und verstärken die neuronalen Verknüpfungen auf der Ebene des Motorkortex^{11,20}. Exekutivfunktionen werden mit jeder durchgeführten Kletterhandlung trainiert. Genutzt werden im Klettern also die verschiedenen Formen der kognitiven Leistungsfähigkeit.

Nach Turner et al. (2009) weisen sportliche aktive PmMS eine bessere mentale Gesundheit und ein verbessertes Wohlbefinden auf. Nachgewiesen ist auch, dass bei Älteren oder an Demenz erkrankten Personen sportliche Aktivität, wie ein Ausdauer- oder Krafttraining, zu einer Verbesserung der kognitiven Funktion beiträgt^{117,328,329}. Belegt werden konnte unter anderem der Einfluss auf Exekutivfunktionen, Verarbeitungsgeschwindigkeit und die visuell-räumlichen Fähigkeiten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung im therapeutischen Klettern deuten an, dass verstärkt die Informationsverarbeitung durch das therapeutische Klettern beeinflusst werden könnte.

Klettern ist hochmotivierend (Kapitel 3.2). Der Spaß am Training ist entscheidend für eine kognitive Verbesserung durch Bewegung. Motl et al. (2011) fordern in ihrem Artikel mehr wissenschaftliche Untersuchungen zu den Auswirkungen sportlicher Aktivität auf kognitive Funktionen bei PmMS, speziell der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Auch die allgemeine Datenlage zu dem Einfluss sportlicher Aktivität auf Senioren und Demenzerkrankte stützen dies^{127,329,330}. Obwohl der erste Studienabschnitt keine signifikanten Unterschiede der kognitiven Leistungsfähigkeit zwischen der Kletter- und Kontrollgruppe erbracht hat, konnten mit einer größeren Fallzahl über den Dreijahresverlauf eindeutige Verbesserungen für die Informationsverarbeitung mit dem PASAT nachgewiesen werden. Aufgrund der geringen Teststärke im ersten Abschnitt und der positiven Ergebnisse in der Langzeituntersuchung können hier weitere Untersuchungen mit einer genauen Differenzierung bezüglich der kognitiven Leistungsfähigkeit im Klettern für eine wissenschaftliche Absicherung mit einer größeren Fallzahl gefordert werden.

Zitat ID 90 (17.3.2011):

„Nach dem Klettern fühle ich mich körperlich pudelwohl. Subjektives Körpergefühl erinnert mich für kurze Zeit an vergangene Tage! Könnte länger anhalten. Ein angenehm klarer Kopf nach dem Klettern.“

Motorik

Ein weiterer Aspekt dieser Studie war die Untersuchung der Effekte des therapeutischen Kletterns auf das Gangbild, die Stabilität im Stand und die Feinmotorik der Arme. Die Studienlage bescheinigt PmMS gegenüber Gesunden größere Schwierigkeiten in ihrer Stabilität im Stand und zeigt, dass bereits in frühen Stadien der Erkrankungen Defizite, sowohl im Gleichgewicht wie auch dem Gangbild deutlich werden, mit den Folgen einer erhöhten Sturzgefahr^{276,277,279,304,331-333}. Verschiedene Autoren konstatieren PmMS eine Verbesserung der Gehstrecke, Belastbarkeit und Stabilität durch Ausdauer-, Kraft- oder Gleichgewichtstraining^{5,6,87,140,144,334,335}. Andere Studien zeigen keine positiven Effekte auf das Gangbild und die Gleichgewichtsfähigkeit durch sportliche Aktivität bzw. Langzeiteffekte nach einer sportlichen Intervention^{141,151,336}.

Gangbild

Eine Bewertung des Gangbildes ist komplex. In der bestehenden Literatur liegen hierzu heterogene Ergebnisse vor (Kapitel 3.1.3). Die *videogestützte Ganganalyse* erfolgte nur im ersten Studienabschnitt „TKMS“. Im Dreijahresverlauf wurde zur Bewertung des Gangbildes der *T25FWT* im Rahmen des MSFC herangezogen.

Neben der selektiven Kontrolle der Muskelaktivität, hält die Kontrolle der Lage des KSPs den Energieverbrauch beim Gehen so gering wie möglich. Physiologisch verschiebt sich beim Gehen der Schwerpunkt auf der vertikalen sowie der lateralen Achse¹³⁴. Beides geschieht auch beim Klettern und es ist naheliegend, dass sich das Gangbild bei einer regelmäßigen Intervention durch Klettern beeinflussen lässt (Kapitel 4.2). In der speziellen Literatur finden sich Untersuchungen zu kinematischen Gangdaten ebenso wie Analysen über die Zeit, Wegstrecke oder Beschleunigung^{87,271,337-340}.

Sechsmonatige Interventionsstudie

In dieser Studie konnte eine signifikante Steigerung im *Knöchelhub rechts* in der Klettergruppe mit einem moderaten Effekt und nur 60% Teststärke gefunden werden. Die von der linken Körperseite erhobenen Messdaten zeigten keine Veränderung. In der Kontrollgruppe verringerten sich diese beiden Werte leicht. Ein höherer Knöchelhub kann zu einer Reduktion der Sturzgefahr beitragen. Nach Crenshaw et al. (2006) weisen PmMS eine signifikant größere Standardabweichung von Hüft-, Knie- und Sprunggelenkwinkel auf als Gesunde. Unterschiede in der Gelenkwinkelstellung stehen in einem engen Zusammenhang mit der Gehgeschwindigkeit und eine reduzierte Gehgeschwindigkeit mit

einer erhöhten Sturzgefahr^{136,138}. Ein höherer Knöchelhub kann also Teil eines funktionelleren Gangbildes sein.

Die *Gehgeschwindigkeit*, gemessen über die Videoanalyse, wurde in beiden Gruppen des ersten Studienabschnittes im Median geringer. Das bestätigte sich im T25FWT. In einer Studie von Prosperini et al. (2013) zum Gleichgewichtstraining mit dem Wii-Balance-Board verbesserte sich der Geschwindigkeit gemessen mit dem T25WT in der Interventions- und Kontrollgruppe, wenn auch nicht signifikant, jedoch deutlicher in der Interventionsgruppe¹³⁹. Aussagen zu dem Einfluss von Interventionen auf die Gehgeschwindigkeit scheinen nicht eindeutig zu sein.

Die *Kadenz* verringerte sich in der Klettergruppe und stieg in der Kontrollgruppe leicht an. Auch wenn sich hier in der *Doppelkontaktzeit eines Schrittzklus* und der Kadenz tendenziell Unterschiede von Kletter- und Kontrollgruppe zeigten, waren diese von geringer Effekt- und Teststärke, so dass sich keine einheitlichen Aussagen ableiten lassen. Auch liegen die Werte für die Kadenz der PmMS dieser Studie mit etwa 50 Sch/Min deutlich unter den Angaben von Givon et al. (2009) mit 94 Sch/Min für PmMS (Gesunde: 115 Sch/Min). Für die hier vorliegende Untersuchung blieb die *Spurbreite* im Median in der Kontrollgruppe konstant (10cm) und vergrößerte sich mit einer Tendenz in der Klettergruppe um etwa 0,5 cm auf 11,5cm. Der Normwert von Gesunden liegt bei 8 cm (Kapitel 3.1.3). Da es beim Klettern zu einer typischen Gewichtsverlagerung nach rechts und links, sowie einer breiten Unterstützungsfläche der Füße für einen stabileren Halt an der Kletterwand kommt, könnte das Training zu einer etwas breiteren Spur geführt haben. Ob das Vor- oder Nachteilhaft für die PmMS der Klettergruppe ist, muss hier vorsichtig interpretiert werden. Eine der Situation angepasste, breitere Spur bedeutet eine stabilere Position im Stand, da eine größere Unterstützungsfläche vorliegt. Eine gezielte Gewichtsverlagerung, wie sie beim Klettern erfolgt, sorgt für eine größere Stabilität. Ob daraus ein funktionelleres Gangbild mit einer reduzierten Sturzgefahr resultiert, lässt sich hier nur anhand der subjektiven Kommentare der Teilnehmer bestätigen.

Interventionen zur Beeinflussung des Geh- und Sturzverhaltens besitzen entsprechend große Bedeutung für die Mobilität und damit der Lebensqualität von PmMS³⁴¹. Die Gesamtleistung beim Gehen besteht aus der „Übernahme des Körpergewichts“, dem „monopeden Stehen“ und dem „Vorschwung des Beines“. Aus der Literatur ist zu entnehmen, dass PmMS Veränderungen im Gangzyklus wie eine verringerte Schrittlänge, Kadenz und Geschwindigkeit oder größere Spurbreite gegenüber Gesunden aufweisen^{87,137}. Wobei Givon et al. (2009) in ihrer Studie keine signifikanten Unterschiede in Doppelkontakt-, Einzelkontakt- und Schwungzeit nachweisen konnten. Weder in der *Stand-* noch in der *Schwungbeinphase* zeigten sich in dieser Studie signifikante Veränderungen der Kletter- gegenüber der Kontrollgruppe.

Die Sturzgefahr ist nach White et al. (2004) bei PmMS um das Zwei- bis Dreifache erhöht. Gianfrancesco et al. 2010 demonstrierten in ihrer Studie zu dem Gehverhalten von PmMS mit und ohne Hilfsmittel und gesunden Kontrollen, dass sich PmMS auch hier signifikant von Gesunden unterschieden. Es zeigte sich, dass sich durch den Einsatz von Gehhilfen das Gehverhalten in den Parametern Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit veränderte und sich dem von Gesunden annäherte. Es zeigte sich in einer Studie von Socie et al. (2013), dass die Schrittlänge bei „PmMS mit einer Sturzhistorie“ gegenüber „PmMS ohne einer Sturzhistorie“ geringer ausfällt. Eine weitere Unterteilung der Gruppe aufgrund des Einsatzes von Gehhilfen war durch die kleine Fallzahl nicht möglich. Auch wurde keine Erhebung zur Sturzhäufigkeit durchgeführt. Differenzierte Aussagen zum Gangbild werden in dieser Studie hierdurch erschwert. Auch zeigen sich in der Literatur kaum eindeutige Verbesserungen des Gangbildes durch sportliche Interventionen beim PmMS (Kapitel 3.1.3). Veränderungen der einzelnen Parameter fallen immer wieder sehr unterschiedlich aus.

Dreijahresverlauf

Es zeigten sich in der Einzelbetrachtung des *T25WT* (Z-Wert) über die drei Jahre keine signifikanten Veränderungen. Für die Gehstrecke erhöhten sich, wenn auch nicht signifikant, die Mittelwerte nach den ersten sechs Monaten. Zum dritten Messzeitpunkt fielen die Mittelwerte allerdings unter das Niveau des ersten Messzeitpunktes. In der Literatur werden Änderungen von mehr als 20% im *T25FWT* als bedeutend für die Gehfähigkeit bei PmMS angesehen²⁶⁷. Die Ergebnisse dieser Studie schwanken stark und es kann kein eindeutiger Effekt auf die Gehgeschwindigkeit nachgewiesen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die hier gewonnenen Ergebnisse aufgrund der eher positiven Datenlage zum Einfluss von sportlicher Aktivität auf das Gangbild von PmMS, sowie die positiven Ergebnissen der Vorarbeiten dieser Studie so nicht erwartet wurden (Kapitel 3.1.3 und Kapitel 4.3). Gründe hierfür können vielfältiger Art sein. In einer Vergleichsstudie mit Gesunden fanden Sandroff et al. (2013) heraus, dass weniger das Gleichgewicht, sondern die aerobe Kapazität und muskulären Dysbalancen der unteren Extremität für Gangstörungen verantwortlich sind. Der Review von Kjølhede et al. (2012) arbeitet heraus, dass eine Transferwirkung auf die Gehfähigkeit, zum Beispiel durch eine gesteigerte Kraftfähigkeit der unteren Extremität, unklar ist. Letztendlich zeigt sich, dass das Gangbild ein sehr komplexes Konstrukt darstellt und gerade bei PmMS neben den temporalen und spatiale Parametern, auch das Gesamtbild, die verwendeten Hilfsmittel und individuellen Kompensationen, Veränderungen der Muskelkraft, Sturzhäufigkeit sowie eine physiologische Dekonditionierung aufgrund von Inaktivität berücksichtigt werden müssen⁸⁷. Da die Angaben zur Variabilität im Gangbild ebenfalls mit dem Grad der Behinderung zusammen hängen, könnte unter Berücksichtigung der genannten Aspekte mit einer größeren Fallzahl und Differenzierung in die verschiedenen Schweregrade ein

genaueres Bild bezüglich der Auswirkungen des TK auf die Gehfähigkeit der PmMS erstellt werden.

Zitat ID 5 (8.1.2012, nach drei Jahren):

„Es bestätigt sich jedes Mal, der Tag nach einer Klettersession hat sehr positive Auswirkungen auf Stand und Gehfähigkeit am nächsten Tag (deutlich besser als andere Aktivitäten wie Krankengymnastik, Schwimmen oder Bewegungsgruppe).“

Stabilität im Stand

Die Stabilität im Stand wird in der Literatur als ein Parameter zur Messung der Gleichgewichtsfähigkeit herangezogen^{130,243}. Sie ist Teil der menschlichen Koordination und ein sehr komplexes Konstrukt, welches durch situative und personenspezifische Faktoren gekennzeichnet ist. Entscheidend sind eine Interaktion mit der Umwelt und die individuellen sensomotorischen Ressourcen³⁴². Die Kletterintervention setzt bei der Schulung der individuellen Ressourcen an. Eine permanente Aufgabe beim Klettern ist die Optimierung des Gleichgewichtszustandes (Kapitel 3.2.2, Anhang A3). Die Verlagerung des Körperschwerpunktes in medio-laterale Richtung wird an der Kletterwand mit einer großen Wiederholungszahl und Variationsdichte geschult^{16,177}. Von einer Auswirkung durch das Klettern auf die untersuchten Parameter kann geschlossen werden. Nach Raschner et al. (2008) sind die limitierenden Faktoren der koordinativen Fähigkeiten auf der Ebene der Signalverarbeitung des sensomotorischen Systems zu finden. Studien mit PmMS haben hier ein Defizit gegenüber Gesunden gezeigt³⁴².

Die Stabilität im Stand wurde mittels zweier Messverfahren untersucht: Der *Kraftmessplatte* sowie dem *S3 Check* (Kapitel 5.2.2). Im ersten Studienabschnitt zeigte die Klettergruppe in ausnahmslos allen Messungen eine Verbesserung oder einen Erhalt der Stabilität im Stand, das bestätigte sich in der Langzeitbeobachtung über drei Jahre. In der Kontrollgruppe zeigten sich kaum Veränderungen (Kapitel 6.1.3 und 6.2.3). Diese Verbesserungen ließen sich jedoch auf der Kraftmessplatte interferenzstatistisch nicht eindeutig darstellen. Dahingegen verbesserte sich die Klettergruppe im Stabilitätsindex des S3 Checks signifikant gegenüber der Kontrollgruppe.

Sechsmonatige Interventionsstudie

Mit Hilfe der Kraftmessplatte kann die Variabilität der Körperschwankungen erfasst werden. Bei gesunden Probanden ist der Schwankungsweg in anterior-posteriore Richtung größer als in medio-laterale Richtung ($SD X > SD Y$). In die Berechnung der Ellipsenfläche gehen die Standardabweichungen ($SD X$ und $SD Y$) ein (Kapitel 5.2.2). Nach sechs Monaten zeigten sich über die Ellipse betrachtet weder im „hüftbreiten“ noch

im „geschlossenen Stand“ signifikante Veränderungen. Die Alternativhypothese muss somit für beide Positionen für die Stabilität im Stand auf der Kraftmessplatte abgelehnt werden.

Für die Ausführungen alltäglicher Bewegungen gegen die Schwerkraft spielt die funktionelle Stabilisierung der Gelenke durch Muskelkräfteeinsatz eine wichtige Rolle¹³⁴. Die „Stabilität im Stand“ als eine der vier Funktionen der Standphase, kann durch das Klettern gezielt beeinflusst werden. Eine passive Stabilität im Stand ergibt sich, wenn der Schwerpunkt der einzelnen Körpersegmente (Center of Gravity) direkt über dem tragenden Gelenk ist¹³⁴. Erschwert wird der stabile Zustand im Stehen durch die Kopflastigkeit der Passagier-Einheit von 70% gegenüber der Antriebseinheit, die multisegmentalen Verbindungen der stützenden Gliedmaßen sowie die Ausrichtung der Gelenkfläche der unteren Extremitäten. Bei einer gleichmäßigen Verteilung des Körpergewichts auf beide Beine und der Ausrichtung des Passagiers über den Gelenkachsen der unteren Extremitäten ist im aufrechten Stand kaum Muskelaktivität notwendig. Aus diesem Grund wird bei Gleichgewichtsmessungen häufig der Schwankungsweg betrachtet und bei einem geringeren Ausmaß von einer besseren Gleichgewichtsfähigkeit ausgegangen.

Es ließ sich insgesamt eine positive Veränderung im Gleichgewichtsverhalten nur in der Klettergruppe erkennen und bestätigt die Annahme, dass Klettern die Gleichgewichtsfähigkeit bei PmMS beeinflussen kann. In der Position „*hüftbreiter Stand*“ reduzierte sich die Gesamtschwankung über die Ellipse nur in der Klettergruppe. Es ergab sich eine signifikante Reduktion für die Standardabweichung des Schwankungsweges in anterior-posteriore Richtung in der Kletter-, nicht aber in der Kontrollgruppe. In medio-laterale Richtung hingegen erhöhten sich die Werte in der Klettergruppe signifikant, auch hier ergaben sich in der Kontrollgruppe kaum Änderungen. Der geringere Schwankungsweg in anterior-posteriore Richtung und der größere Weg in medio-laterale Richtung der Klettergruppe heben sich in den Ergebnissen der Ellipse auf und könnten sich unter anderem mit der typischen Körperschwerpunktverschiebung im Klettern erklären lassen. Bedingt durch die Kletterbewegung an einer senkrechten Wand wird überwiegend der medio-laterale Shift des KSP trainiert. Übertragen auf die Stabilität im Stand bedeutet das eine gezieltere medio-laterale und eine reduziertere anterior-posteriore Verschiebung des KSP. Der insgesamt geringere Schwankungsweg in anterior-posteriore Richtung der Klettergruppe wird durch die subjektiven Äußerungen zur Reduktion der Sturzhäufigkeit einiger Probanden bestärkt. Beim normalen Gang kommt es zu einer Verschiebung des KSP auf der vertikalen und lateralen Achse. Die Daten der Klettergruppe zeigen eine größere Standardabweichung in der medio-lateralen Bewegung des KSP, daraus können sich eine sicherere Kontrolle und ein gezielterer Einsatz im statischen Zustand ableiten

lassen. In der Gangdynamik zeigten sich diese Auswirkungen nicht so deutlich, auch wenn eine breitere Spur zu beobachten war (s. zuvor *Gangbild*).

In den Ergebnissen der KMP für die Position „*Beine zu*“ ließ sich in keiner der beiden Gruppen eine signifikante Veränderung beobachten. Beim Klettern bedeutet die Position „*Beine zu*“ in der Regel eine ungünstigere Ausgangsposition, in der der KSP nur eine geringe Unterstützungsfläche hat und zu dem Phänomen der offenen Tür führen kann (Erklärung Anhang A3). Auch in den deskriptiven Ergebnissen für die Position „*Beine zu*“ zeichnete sich eine nicht so deutliche Darstellung ab. Es bleibt hierbei zu berücksichtigen, dass auch die Daten von den Probanden verwendet wurden, die die Füße nicht maximal schließen konnten, so dass deren engst mögliche Position mit einfluss.

Unter Berücksichtigung der reduzierten Fallzahl (jeweils $n = 7$), demonstrieren die Ergebnisse des ersten Studienabschnitts eine signifikante Verbesserung des Stabilitätsindex des S3 Check in der Klettergruppe, so dass hier die Alternativhypothese angenommen werden kann. Klettern verbessert in diesem Kollektiv die Stabilität im Stand bei PmMS auf einer instabilen Unterlage.

In den hier gewonnenen Ergebnissen ließ sich für die untersuchte Population kein statistisch einheitlich gesichertes Bild feststellen. Obwohl sich positive Veränderungen deutlich nur in der Klettergruppe zeigten. Auch in der Literatur zeigt sich ein heterogenes Bild. Sosnoff (2012) fanden unter der Bedingung „*Augen auf*“ bei PmMS mit einem erhöhten Sturzrisiko auch eine größere Schwankungsgeschwindigkeit in medio-laterale Richtung³³³. Hingegen zeigte sich in anderen Studien eine größere Schwankungsgeschwindigkeit in anterior-posteriore Richtung bei PmMS gegenüber Gesunden³⁴³. Studien an Personen mit MS haben gezeigt, dass Patienten mit einem größeren Schwankungsweg ein größeres Sturzrisiko aufweisen^{129,333,343}. Der Parameter Schwankungsgeschwindigkeit wurde in der vorliegenden Studie nicht erhoben.

Nach Hatzitaki et al. (2006) scheinen Lernerfolge durch Gleichgewichtsschulungen bei PmMS schwächer zu sein und keine schnellen Erfolge zu zeigen. Das wirkt sich nachteilig auf die Therapie aus, da bei einem progredienten Fortschreiten der Erkrankung so ein Wettlauf mit der Zeit entsteht. Eine Betrachtung der deskriptiven Daten sowie eine Langzeitbeobachtung, wie hier geschehen, sind also für die Aussagen zur Stabilität im Stand von Interesse.

Dreijahresverlauf

Über den Zeitraum von drei Jahren konnten für die KMP 17 vollständige Wertepaare erhoben werden. Das Bild der Werte für die KMP entsprach nach sechs Monaten dem Bild aus dem ersten Studienabschnitt, zeigte also insgesamt eine Verbesserung der Werte. Beim dritten Messzeitpunkt näherten sie sich den Werten der Eingangsuntersuchung wieder an, blieben in der Gesamtbetrachtung also stabil.

Auch in den Werten des *S3 Check* zeigte sich in der Langzeitbeobachtung ohne Kontrollgruppe (n = 10) über drei Jahre eine signifikante Verbesserung vom ersten zum dritten Messzeitpunkt, trotz des progredienten Verlaufes der Erkrankung, bei dem Gleichgewichtsstörungen eines der Hauptsymptome darstellt³⁶. Für die Stabilität im Stand auf dem Kippbrett kann über den Dreijahresverlauf die Alternativhypothese angenommen werden.

Ergänzend konnte ein gesteigertes Zutrauen in die eigene Stabilität über die Zeit beobachtet werden. Zwei Personen, die sich zu Beginn der Studie nicht auf den *S3 Check* wagten, stellten sich bei der erneuten Untersuchung nach drei Jahren auf die wackelige Unterlage und führten den Test erfolgreich durch.

Eine gute Gleichgewichtsfähigkeit ist Teil der komplexen koordinativen Aufgabe des Körpers gegen die Schwerkraft und wird permanent im Alltag für eine stabile Position benötigt. Unter anderem zeichnet sich eine verringerte Geschwindigkeit in der somatosensorischen Weiterleitung für die Gleichgewichtsprobleme der PmMS gegenüber Gesunden verantwortlich³⁴². Auch wird immer wieder Fatigue als ein Faktor der Beeinflussung motorischer Parameter bei PmMS gesehen, obwohl Studien zum Gleichgewicht keinen direkten Zusammenhang mit der Fatigue demonstrieren konnten^{130,279}. Eine Studie von Soyuer et al. (2006) konnte zeigen, dass PmMS mit einer progressiven Verlaufsform eine schlechtere Gleichgewichtsfähigkeit demonstrieren, als Personen mit einer RRMS³⁴⁴. Es besteht also das Problem in Untersuchungen des Konstrukts „Gleichgewichtsfähigkeit“ und posturalen Kontrolle darin, dass die Ursachen der Defizite bei PmMS weitgefächert sind, auch die Verlaufsformen variieren und sich große interindividuelle Unterschiede zeigen (Kapitel 3.1.3,¹³⁰).

Klettern stellt hohe Anforderungen an die Gleichgewichtsfähigkeit (Kapitel 4.2.2, Anhang A3). Den Zustand der Gleichgewichtsfähigkeit bei Gesunden zu erfassen ist schwierig genug, umso komplexer wird es bei PmMS. Erst seit kurzem steigt die Anzahl der Interventionsstudien mit Prä-Post-Messungen zum Gleichgewicht bei PmMS, wenn auch Design und Intervention noch selten vergleichbar sind³³¹. Die Effekte der Messergebnisse beider Verfahren waren meist moderat bis stark, jedoch bei keiner gesicherten Teststärke. Aufgrund der positiven Ergebnisse der deskriptiven und teilweise interferenzstatistischen Daten wäre eine Verifizierung der Ergebnisse mit einer größeren Fallzahl hier, auch im Hinblick auf die positiven Ergebnisse des *S3 Checks*, von gesteigertem Interesse.

Auch fanden Huisinga et al. (2006), dass ein Krafttraining über drei Monate die posturale Kontrolle der Teilnehmer verbesserte. Neben der posturalen Kontrolle und dem Halten der Balance, muss der Kletterer gleichzeitig die Situation der Griffe analysieren, um den nächsten Griff auszuwählen²⁰⁰. Das Klettern trainiert neben der Kraft, der posturalen

Kontrolle und dem Gleichgewicht also zusätzlich Dual-Task-Anforderungen. Untersuchungen im Klettern an Gesunden zeigten diese Anforderungen bezüglich der posturalen Aktivierung deutlich^{177,200}. Personen mit neurologischen Erkrankungen zeigen sich auffällig schwach in Dual-Task-Situationen, so dass sich durch das Klettern positive Effekte ableiten lassen könnten^{318,321-323}. Bis dato ist keine Dual-Task-Studie zum Klettern mit PmMS bekannt.

Zitat ID 96 (24.11.2012):

“Durch das wöchentliche Klettern hat sich meiner Meinung nach viel verändert, ich kann der Krankheit etwas Positives abgewinnen, ohne MS wäre ich wahrscheinlich nie zum Klettern gekommen. Gleichgewichtssinn hat sich gebessert, ich stehe fester auf meinen Beinen und traue mir auch viel mehr zu.“

Feinmotorik der oberen Extremität

Dreijahresverlauf

Im Rahmen des MSFC wurde für den Dreijahresabschnitt der *NHPT* erhoben. Hier zeigte sich eine hochsignifikante Verbesserung der Werte vom ersten zum dritten Messzeitpunkt. Die Alternativhypothese kann hier angenommen werden. In der deskriptiven Betrachtung verbesserte sich der Z-Wert vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt, fiel dann aber zum dritten Messzeitpunkt wieder leicht ab. Dabei blieb der Wert jedoch deutlich über dem Ausgangswert des ersten Messzeitpunktes. Die vor allem anfänglich deutliche Verbesserung der Feinmotorik der Arme könnte auf die verstärkte Anstrengung und den größeren Einsatz der oberen Extremität zurückgeführt werden, der typischerweise bei Kletteranfängern am größten ist²²³.

7.2.2 Einfluss auf psychosoziale Faktoren

Die Diagnose MS verursacht Angst, ist unausweichlich vorhanden und lebensbegleitend. Betroffene werden ebenso wie Angehörige vor erhebliche psychosoziale Herausforderungen gestellt, die neben der Selbstständigkeit der Personen auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität beeinträchtigen⁷¹. Die Krankheit erfordert eine Anpassung des Patienten an die neue Situation mit neuen Verhaltensmustern. Dazu gehört auch die körperliche Aktivität. Ein Zugang im Sport erfolgt immer über den eigenen Körper und die Freude an der Bewegung. Ein Schwerpunkt der einzelnen Kategorien im *ICF-V Core Set für MS* liegt in der Aktivität und Teilhabe am Leben, welche durch sportliche Aktivität positiv beeinflusst werden (Kapitel 3.1.3 und 4.1).

Fatigue

Die Datenlage deutet relativ sicher auf eine geringe Beeinflussung der Fatigue durch Sport hin⁹¹. Verschiedene Interventionsstudien sportlichen Aktivität und Fatigue konnten eine Reduktion der Fatigue durch sportliches Training nachweisen^{10,11,345}.

Sechsmonatige Interventionsstudie

Beide Gruppen verbesserten sich in ihrem Gesamtergebnis der Fatigue über die Zeit mit einem moderaten Effekt, wobei der Median-Wert eine weitaus deutlichere Verbesserung in der Klettergruppe zeigen konnte. Bei der grafischen Betrachtung wird auffällig, dass sich die Kontrollgruppe in den sechs Monaten kaum, die Klettergruppe jedoch deutlich veränderte (Kapitel 7.1.4). Ein signifikanter Unterschied konnte nicht nachgewiesen werden, so dass die Alternativhypothese für den Gesamtbereich der Fatigue abgelehnt werden muss.

Werden die Einzelergebnisse differenzierter betrachtet, äußerte sich in der Subkategorie der „körperlichen Fatigue“ eine signifikante Verbesserung nur in der Klettergruppe, in der Kontrollgruppe kam es zu einer leichten Verschlechterung im Median-Wert. Der Effekt hierbei ist moderat, die Teststärke liegt bei 62%. Inhaltlicher Fokus der Mikrozyklen des Kletterprogramms war das physische Training in den Bereichen Gleichgewicht, Koordination und Kraft (Anhang A3). Die Ausrichtung der Intervention auf der körperlichen Ebene zeigte sich in der signifikanten Verbesserung der Subskala „körperliche Fatigue“. In der Subkategorie der „kognitiven Fatigue“ spiegelte sich ein dem Gesamtwert ähnliches Bild. Beide Gruppen verbesserten sich hier in den Median-Werten, die Klettergruppe wieder deutlicher.

Oken et al. (2006) wiesen in ihrer Interventionsstudie nach, dass sich mentale Fatigue (gemessen mit dem POMS, MFI) nicht durch sportliche Aktivität beeinflussen lässt. Velikonja et al. (2010) konnten hingegen nachweisen, dass Klettern bei „Fatigue-auffälligen“ PmMS einen Einfluss auf körperliche und kognitive, jedoch nicht auf psychosoziale Fatigue (gemessen mit dem MFIS) zeigte. Das insgesamt heterogene Bild der Forschungslage bezüglich der Fatigue bestätigen Andreasen et al. (2011) in ihrem Review. Neben den verschiedenen Messinstrumenten sorgen unterschiedliche Interventionen und das heterogene Klientel der PmMS für eine geringe Aussagekraft bezüglich der Verbesserung der Fatigue durch sportliche Aktivität. Auch führen Andreasen et al. (2011) die uneinheitlichen Aussagen darauf zurück, dass ein Großteil der Studien Effekte auf „Nicht-Fatigue-PmMS“ untersuchten. Die beiden Gruppen dieser Studie waren zu Beginn der Intervention nicht signifikant verschieden, trotzdem bleibt es zu berücksichtigen, dass die Klettergruppe nach dem kritischen Werten von Flachenecker et al. (2006) als Fatigue-auffällig einzustufen war, die Kontrollgruppe nicht. Die Ergebnisse sollten mit Vorsicht interpretiert werden.

Dreijahresverlauf

Über die drei Jahre konnte eine signifikante Verbesserung vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt und vom ersten zum dritten Messzeitpunkt nachgewiesen werden. Nachdem die Gruppe zu Beginn im Median-Wert noch zwei Punkte über dem kritischen Wert lag¹⁶¹, war dieser schon nach sechs Monaten nicht mehr auffällig und sank noch weiter zum dritten Messzeitpunkt. Somit kann hier die Alternativhypothese angenommen werden. Diese Annahme wird durch die Ergebnisse von Velikonja et al. (2010) gestützt, welche eine signifikante Verbesserung der Fatigue durch das Klettern, gemessen mit dem MFIS, feststellen konnten.

„Sportler“ mit MS zeigen nach Stroud et al. (2009) ein signifikant besseres Fatigue-Level als „Nicht-Sportler“, wobei sich der Unterschied nicht im Bereich der kognitiven Fatigue nachweisen lies. In dieser Untersuchung zeigte sich durch das Klettern eine Verbesserung der Fatigue bei Fatigue-auffälligen PmMS über drei Jahre, mit einer deutlichen Verbesserung in der Kategorie „körperliche Fatigue“. Die Ergebnisse weisen insgesamt auf einen Einfluss von therapeutischem Klettern auf die Fatigue hin.

Zitat ID 22 (17.2.2011):

„Ich fühle mich fit, die Muskulatur in Beinen und Armen ist besser geworden.“

Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Das Konstrukt der gesundheitsbezogenen Lebensqualität setzt sich aus motorischen und psychosozialen Parametern zusammen, die sich im biopsychosozialen Modell widerspiegeln und durch das therapeutische Klettern adressiert werden können^{20,104,182,198}.

Sechsmonatige Interventionsstudie

Die Ergebnisse des ersten Studienabschnittes „TKMS“ haben gezeigt, dass sich die gesundheitsbezogene LQ in beiden Gruppen über die Zeit verbessert hat. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Klettergruppe und Kontrollgruppe über die sechs Monate festgestellt werden. Die Klettergruppe zeigte insgesamt eine deutliche Verbesserung ihrer Werte. Die Alternativhypothese kann bei einem moderaten Effekt und 83% Teststärke angenommen werden. Lebensqualität und Depression korrelieren miteinander (Kapitel 3.1.3). Im ersten Abschnitt der Untersuchung befand sich ein Patient der Kontrollgruppe zusätzlich in einer stationären, psychotherapeutischen Behandlung. Dass diese Behandlung erfolgreich war, konnte anhand des Depressionsfragebogens positiv überprüft werden. Bei der kleinen Fallzahl dieses Studienabschnittes kann ein einzelner Patient für eine Verschiebung der Werte in der Kontrollgruppe gesorgt haben.

Unter anderem konnten Gupta et al. (2014) zeigen, dass PmMS Einschränkungen in ihrer Aktivität und eine niedrigere gesundheitsbezogene LQ haben als Gesunde. Dies stieg mit dem Grad der Behinderung, wenn auch nicht linear, an. Neben physischer Behinderung, Fatigue und Depression zeigt sich bei PmMS immer deutlicher, dass auch kognitive und emotionale Funktionen eine große Relevanz in der gesundheitsbezogenen LQ besitzen¹⁰³. Die gesundheitsbezogene LQ spielt bei PmMS also eine übergeordnete Rolle. Bei einer genaueren Betrachtung der Werte der Subkategorien zeigt sich wie erwartet eine signifikante Verbesserung in der Beweglichkeit der „oberen Extremität“ und „unteren Extremität“, also der physischen Beeinträchtigung. Die Werte der Kategorien „Fatigue“, „Stimmung“ und „Kommunikation“ verbesserten sich im Median, wenn auch nicht signifikant, jedoch mit einem moderaten Effekt. In der Metaanalyse von Kuspinar et al. (2012) wurden die Auswirkungen sportlicher Aktivität auf die LQ erfasst. Zusammenfassend lag dort eine moderate Effektstärke von 0,42 vor.

Dreijahresverlauf

Die Ergebnisse des ersten Abschnittes bestätigten sich im Dreijahresverlauf. Werden die Mittelwerte über alle drei Messzeitpunkte betrachtet, zeigt sich eine kontinuierliche Verbesserung der Werte der gesundheitsbezogenen LQ. Nachgewiesen wurde eine signifikante Verbesserung der Werte nach drei Jahren gegenüber dem ersten Messzeitpunkt. Die Daten des Follow-ups lassen sich über die ersten sechs Monate nicht so eindeutig präsentieren wie in dem randomisierten Studienabschnitt „TKMS“. Das lässt sich gegebenenfalls durch das unkontrollierte Design mit veränderten Ausschlusskriterien erklären. In die Langzeituntersuchung flossen ebenfalls die Daten von den Teilnehmern mit Schüben und einer starken Progression im Interventionszeitraum ein. Das könnte dazu führen, dass sich die positiven Auswirkungen in der Lebensqualität nicht schon in den ersten sechs Monaten nachweisen ließen, sondern die Teilnehmer über einen längeren Zeitabschnitt profitierten. Im Laufe einer chronischen Erkrankung kann es zu einem „response shift“ kommen, so dass es zu Änderungen der vorher gelebten und bewerteten Werte kommt. Die Kontrolle eines „response shift“ ist hier nicht möglich.

Die Wirkmechanismen sportlicher Aktivität auf die Befindlichkeit sind multikausal, so dass in der Gesundheitsforschung zwar zwischen körperlichen und psychischen Erklärungsmodellen differenziert wird, letztendlich aber holistische Erklärungsansätze zum Tragen kommen müssen³⁰². Zu den direkten Wirkmechanismen auf der körperlichen Ebene zählen metabolische, vegetative und hormonelle Prozesse (Bsp. Endorphinhypothese), sowie die direkt vermittelnden Prozesse im Körper (Thermoregulationshypothese). Psychische Erklärungsmodelle sehen die Wirkmechanismen körperlicher Aktivität meist in der Konsequenz von Wahrnehmungs- und Bewertungsprozessen (Bsp. Ablenkungshypothese)³⁰². Auf der sozialen Ebene findet in der Auseinandersetzung mit

einer oder mehreren Personen (bewußt oder unbewußt) immer eine Gestaltung von Beziehung statt. Diese verschiedenen Wirkmechanismen interagieren letztendlich in der Einschätzung der eigenen gesundheitsbezogenen Lebensqualität.

Ein Einfluss durch das Klettern auf die LQ wird in der therapeutischen Literatur immer wieder angeführt, jedoch ohne wissenschaftliche Nachweise zu liefern^{11,20,242}. Dagegen ist die generelle Bedeutsamkeit von sportlicher Aktivität auf die gesundheitsbezogene LQ von PmMS in der Literatur hinreichend belegt^{13,62,78,108,297}. Eine Beeinträchtigung der LQ durch die einzelnen Symptome muss, abhängig vom aktuellen Gesundheitszustand, individuell gewichtet werden. Das Konstrukt der gesundheitsbezogenen LQ korreliert mit verschiedenen Symptomen der MS, wie zum Beispiel der Fatigue oder Selbstwirksamkeit^{78,103}.

Das Klettern bewirkt Veränderungen auf der biopsychosozialen Ebene und kann somit einen Einfluss auf die gesundheitsbezogene LQ bei PmMS erzielen. In beiden Studienabschnitten dieser Untersuchung hat sich deutlich gezeigt, dass das therapeutische Klettern einen positiven Einfluss auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität von PmMS haben kann.

Zitat ID 6 nach drei Jahren (3.8.2013,):

„Stabilität, ein großer Zugewinn an Lebensqualität.“

Selbstwert und Selbstwirksamkeit

Diese Studie versucht Erkenntnisse über die Auswirkungen von Klettern auf den Selbstwert sowie die Selbstwirksamkeitserwartung von PmMS zu gewinnen. Nachweise einer positiven Beziehung von Selbstwert und sportlicher Aktivität beschränken sich überwiegend auf Gesunde und chronisch Kranke wie Krebspatienten, selten jedoch auf neurologisch Betroffene³⁴⁶⁻³⁴⁸.

Das Selbstkonzept wird als Bild der eigenen Person verwendet, in dessen Rahmen als evaluierende Komponenten die Selbstwirksamkeit und die Selbstwertschätzung über die Veränderungen im Therapieverlauf betrachtet werden. Der Selbstwert als Teil des Selbstkonzeptes ist eine nicht direkt zu beobachtende, also latente Variable. Als mehrstufiges Konstrukt wurde auf der Evaluationsebene die Selbstwertschätzung über den Fragebogen „MSWS“ erhoben. Auf die Ausprägung latenter Variablen kann über den Summenwert verschiedener Items geschlossen werden. Der Summenwert aus den Items der sechs Kategorien des „MSWS“ lässt somit auf den Selbstwert einer Person schließen²⁸². Der Selbstwert als ein Gefühl für den Eigenwert und das Konstrukt der Selbstwirksamkeit korrelieren miteinander³⁴⁹.

Sechsmonatige Interventionsstudie

Deskriptiv betrachtet liegen die Werte für die *Selbstwertschätzung* beider Gruppen im ersten Studienabschnitt zwischen einem T-Wert von 40 und 60, welches einer durchschnittlichen Ausprägung des Selbstwertgefühls entspricht²⁸². Die Analyse im ersten Studienabschnitt zeigte keine signifikante Steigerung der Werte im Selbstwertgefühl der Klettergruppe gegenüber der Kontrollgruppe, somit muss die Alternativhypothese abgelehnt werden.

Auffällig und trotzdem für die positive Wirksamkeit des Kletterns sprechend, sind die gegenläufigen Veränderungen der Medianwerte in den beiden Gruppen. In der Subskala „körperbezogene Selbstwertschätzung“ lässt sich sogar eine Tendenz der Selbstwertsteigerung mit einem moderaten Effekt bei 44% Teststärke erkennen. Die Subskala bildet „*Aspekte der empfundenen Attraktivität und der eingeschätzten sportlichen Fähigkeit*“ ab (²⁸², S.35). Demnach profitieren die Kletterer von der Intervention dahingehend, dass sich ihre empfundene Attraktivität steigert und sie geringere Zweifel an ihren sportlichen Fähigkeiten aufweisen. Die subjektiven Kommentare der Teilnehmer bringen diese Empfindung verstärkt zum Ausdruck (Anhang A3). Die Kontrollgruppe zeigte eine deutliche Reduktion der Medianwerte in dieser Subkategorie. Das Absinken der Werte in der Kontrollgruppe spricht für einen Vertrauensverlust in die eigenen sportlichen Fähigkeiten und Unsicherheiten in der Ausübung sportlicher Aktivitäten.

Theoretische Begründungen für die Wirkung körperlicher Aktivität auf den Selbstwert liefern Modelle wie das „Exercise and Self-Esteem-Modell“ (EXSEM-Modell) von Sonstroem und Morgan (1989). Sport führt demnach zu einer Erhöhung der physischen Selbstwirksamkeit in einem sogenannten „Bottom-up-Prozess“. Mit dem eigenen Kompetenzerleben durch die Bewegung kommt es zu einem Einfluss auf die Wahrnehmung der sportlichen Kompetenz auf nächst höherer Ebene. Die physische Akzeptanz wächst. Der gesamte Prozess wirkt sich auf das generelle Selbstwertgefühl wiederum in der nächsthöheren Ebene aus. Diese theoretische Annahme wird mit einem noch nicht nachgewiesenen Erklärungsversuch von Sonstroem und Morgan (1989) des sogenannten „Top-down-Prozesses“ erweitert. Sie ergänzen also im Umkehrschluss eine Auswirkung des Selbstwerts auf den Sport¹⁶⁸. Ein Teilnehmer der Studie, der sich vor seiner aktiven Durchführung des Kletterprogramms aufgrund seiner Erkrankung für unsportlich gehalten hat, konnte durch das erfolgreiche Erreichen des Endes einer Route allmählich seine Eigenwahrnehmung verändern. Das Erleben der eigenen, physischen Kompetenz, in dem Fall das Erreichen des Umlenkers aus eigener Kraft, wirkt sich auf die nächsthöhere Ebene aus. Der Patient beginnt, sich zunehmend für sportlicher zu halten und akzeptiert die aktuellen Fähigkeiten des eigenen Körpers. Es kommt zu einer insgesamt positiven Bewertung des eigenen Selbst. Wissenschaftlich begründet ist bis dato die Grundannahme des Modells, also der Einfluss von körperlicher Aktivität auf das

Kompetenzerleben und die damit im Zusammenhang stehende physische Akzeptanz, nicht jedoch die Beeinflussung des generellen Selbstwertgefühls^{350 351}. Die positive Tendenz in der Subkategorie der „körperbezogenen Selbstwertschätzung“ in der Klettergruppe spiegelt einen Teil der Theorie des „EXSEM-Modells“: Das sportliche Aktivität, hier also das Klettern, einen großen Einfluss zur Steigerung des Selbstwertes auf der physischen Ebene besitzt.

Das theoretische Konstrukt der Selbstwertschätzung als zentrales Element der Selbstregulation steht in Zusammenhang mit psychischer Gesundheit und Erfolg in den verschiedenen Lebensbereichen²⁸². In Studien mit der Allgemeinbevölkerung zeigt sich, dass ein niedriger Selbstwert negative psychologische und physiologische Gesundheitsfolgen nach sich ziehen kann^{166,352}. Auch wenn sich das in der Population dieser Studie nicht zeigte, weisen PmMS im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung einen beständig niedrigeren Selbstwert auf^{166,167}. Diese reziproke Wechselwirkung von sportlicher Aktivität und Selbstwertschätzung begründet Maßnahmen wie das therapeutische Klettern bei PmMS. Das Klettern kann über mehrere Dimensionen und Hierarchien hinweg Einfluss auf den globalen Selbstwert nehmen (Bsp. EXSEM-Modell). Die Ergebnisse des Fragebogens zur Erhebung der allgemeinen *Selbstwirksamkeitserwartung* konnten im ersten Studienabschnitt nur eine Tendenz mit einem moderaten Effekt bei 38% Teststärke nachweisen. Die deskriptive Analyse zeigte eine Verbesserung im Median beider Gruppen über die Zeit. Die deutliche Reduktion der Streuung in der Klettergruppe bestätigt die deskriptiven Beobachtungen. Die Streuung der Kontrollgruppe änderte sich nicht. Das deutet auf eine Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung durch die Intervention hin.

Die Studie von Stoll et al. (2004) unterstützt Rückschlüsse dahingehend, dass sie bei einer gesunden Probandengruppe einen signifikanten Anstieg der Selbstwirksamkeit durch ein Klettertraining feststellen konnten, so dass sich diese Ergebnisse auf das Klettern zurückführen lassen könnten. Mazzoni et al. (2009) konnten in ihrer Studie bei geistig behinderten Kindern ebenfalls eine Verbesserung der Selbstwirksamkeit nicht aber des Selbstwertes nach einem sechswöchigen Klettertraining feststellen. Auch konnte ein systematischer Überblicksartikel von McAuley et al. (2000) feststellen, dass akute Trainingsphasen die Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflussen. Diese Effekte sind bei dauerhafter Intervention noch deutlicher. Die Selbstwirksamkeitsentwicklung zeigt sich im zeitlichen Verlauf tendenziell kurvenförmig. Die durch die Aktivität gestiegene Selbstwirksamkeitserwartung sinkt nach Abschluss eines regelmäßigen Trainings wieder ab. Die theoretischen Annahmen in der Literatur bestätigen dieses heterogene Bild.

Dieses Konzept im therapeutischen Klettern ist auf ein dauerhaftes Sporttreiben ausgelegt, um die Selbstwirksamkeitserwartung bzw. darüber hinaus den Selbstwert langfristig zu steigern.

Dreijahresverlauf

Im Verlauf der drei Jahre zeigte sich anhand der Mittelwerte der *MSWS* eine kontinuierliche Steigerung des *Selbstwertes*, welcher vom ersten bis zum dritten Messzeitpunkt hin signifikant war. Höhere Werte sprechen für eine größere Zufriedenheit hinsichtlich der eigenen Person. Klettern scheint sich demnach positiv auf die Einstellung zur eigenen Sportlichkeit und Körperkoordination auszuwirken. Die Alternativhypothese kann angenommen werden. Die Ergebnisse des Follow-ups können durch die theoretischen Annahmen gestützt werden.

McCabe (2005) betonen die Notwendigkeit von Interventionen, welche die Selbstwertschätzung von PmMS über eine Verbesserung der sozialen und gesundheitlichen Beziehungen steigern. Im Laufe des Programmes entstand eine gesteigerte Hilfsbereitschaft mit Tipps und Tricks aus Sicht der Betroffenen für Betroffene und bewusster gegenseitiger Anerkennung der erbrachten Leistung. „Fußgänger“ halfen Rollstuhlfahrern beim Anziehen (Bsp. Klettergurte und Schuhe). Kognitiv aufmerksamere PmMS erklärten anderen zum wiederholten Male den Sicherungsknoten. Oder Rollstuhlfahrer liehen eingeschränkten „Fußgängern“ den Rollstuhl als Hilfsmittel für die etwas längere Strecke zur Toilette. Die Teilnehmer scheinen also von der Sozialkompetenz in einer Gruppe und den unterschiedlichen Niveaus der Teilnehmer zu profitieren. Es zeigten sich aber auch egoistische Anwandlungen vereinzelter Patienten, die ihr Problem in den Vordergrund rückten und wenig Rücksicht auf andere Gruppenteilnehmer nahmen. So kam es auch zu kritischen Interaktionen innerhalb der Gruppe, die die Teilnehmer selbstständig untereinander lösten. In ihrer Studie zeigten Dlugonski et al. (2012) einen Zusammenhang von sozialer Unterstützung sowie körperlicher Aktivität mit dem Selbstwert³⁴⁸. Die verschiedenen Wirkmechanismen des therapeutischen Kletterns scheinen zu einer Selbstwirksamkeitssteigerung bei PmMS beizutragen und somit zu einer indirekten Verbesserung des globalen Selbstwertgefühls der Teilnehmer zu führen. Sportliche Aktivität muss jedoch nicht kausal zu einem Aufbau des Selbstwertes führen, sondern kann als Moderatorvariable wirken. Das geht aus der theoretischen Betrachtung des EXSEM-Modells hervor.

Aus der Literatur kann geschlossen werden, dass ein hoher Selbstwert mit einer zunehmend positiven Lebensqualität einhergeht³⁴⁸. Die positiven Ergebnisse über den Dreijahresverlauf in der Selbstwertsteigerung und der Verbesserung der gesundheitsbezogenen LQ implizieren, dass es sich bei den Verbesserungen im Selbstwert eher um eine Veränderung (= langfristig, dauerhaft und unumkehrbar) weniger um eine Variabilität (= reversibel, kurzfristig) handeln könnte. Die Bedingungen der Veränderungen (Zustand oder Eigenschaftsveränderung) sollten langfristig klarer definiert und untersucht werden.

Die Steigerung des Selbstwertes wirkt sich auf die sportliche Bewegung aus, da das menschliche Verhalten abhängig ist vom Erleben der eigenen Fähigkeit³⁵³. Es existiert ein Zusammenhang von Selbstwirksamkeit und Sportteilnahme sowie der Auswirkung von körperlicher Betätigung auf die Selbstwirksamkeit von Personen. Das Klettern selbst provoziert ein emotionales Erleben der eigenen Fähigkeiten: Ein Wagnis an der Kletterwand eingehen, die Route wählen, eine Entscheidungen treffen, die Aufmerksamkeit fokussieren, das alles fordert die Person heraus, aktiv zu werden. Es kann zu einer Angst vor dem Sturz führen, aber auch zu der Freude des Bewältigt-habens¹⁷⁶. Ein Erfolg beim Klettern ist also direkt messbar und hängt vom eigenen Einsatz ab¹⁷⁹. Klettern kann demnach über eine Selbstwirksamkeitserhöhung zum Aufbau des Selbstwertgefühls beitragen. Die eigene Handlung wird automatisch auf sich selbst zurückgeführt, da der Kletterer in der Wand alleine ist. Das Handeln eines Menschen und die daraus resultierenden jeweiligen Handlungsergebnisse bewirkt eine Veränderung des Selbstkonzepts. Jeder Mensch handelt entsprechend seines Selbstkonzepts. Dadurch wirkt er bereits auf die Resultate seiner Handlungen ein. Das therapeutische Klettern als Handlung könnte so die Kompetenzwahrnehmung der Person steigern und die Einschätzung der eigenen Kompetenz erleichtern. Die internale Kausalattribution im Klettern kann so zu einer Erhöhung des Konstrukts der Selbstwirksamkeit beitragen, da sich diese dadurch auszeichnet.

Auch wenn bezüglich der *Selbstwirksamkeitserwartung* keine signifikanten Ergebnisse in dem randomisierten Abschnitt erreicht wurden, zeigte sich in dem Follow-up eine signifikante Steigerung vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt. Die Werte sanken zum dritten Messzeitpunkt hin leicht, lagen aber immer noch über den Werten des ersten Messzeitpunktes, welcher sich auf Höhe der Normwerte von 27 befand²⁸⁵.

Interessanterweise wichen die Werte in der hier untersuchten Population weder bezüglich der Selbstwirksamkeitserwartung noch des Selbstwertes von denen der Normpopulation ab, so dass Bodeneffekte einen Einfluß auf die Ergebnisse haben können. Deutlichere Effekte könnten bei einer Population mit einem auffällig reduzierten Selbstwert und Selbstwirksamkeitserwartung erzielt werden.

Dlugonski und Motl (2012) beschreiben die komplexe Beziehung zwischen den Variablen soziale Unterstützung, Selbstwert und körperliche Aktivität. Sie definierten sportliche Aktivität als ein möglicherweise veränderbares Korrelat für die Selbstwertschätzung von PmMS und zeigten einen negativen Zusammenhang zwischen Selbstwert und gesundheitsbezogener Lebensqualität. Die Ergebnisse und Beobachtungen aus der hier durchgeführten Studie stützen diese Annahmen, auch wenn die Ergebnisse nicht so eindeutig sind. Durch das TK können Mut, Selbstvertrauen und Verantwortung gestärkt werden (Kapitel 3.2.2). Das Überwinden der Höhe im Toprope-Klettern unterstützt das

Bezwingen von Ängsten und stärkt das Selbstbewusstsein. Das bestätigt auch folgender Kommentar einer Teilnehmerin der Studie:

„Trotz Rollstuhl schaffe ich es die 13 Meter der Kletterroute zu bewältigen.“

Eine Metaanalyse an gesunden Älteren macht deutlich, dass körperliche Aktivität den stärksten Effekt auf Selbstwirksamkeit besitzt³⁵⁴. Motl et al. (2006) beschäftigten sich in einigen Studien mit der Wechselbeziehung von Selbstwirksamkeit und körperlicher Aktivität bei PmMS. Sie konnten zeigen, dass neben sozialer Unterstützung und Freude an der Bewegung vor allem die Selbstwirksamkeitserwartung mit der körperlichen Aktivität korreliert. Nach Benito-León et al. (2002) kann die Variable „Selbstwertschätzung“ den Zusammenhang von gesundheitsbezogener Lebensqualität und Depression bei PmMS beeinflussen. Bei Betrachtung der Literatur über die psychischen Effekte von sportlicher Aktivität fällt auf, dass kausale Rückschlüsse nur mit äußerster Vorsicht und mit Einschränkungen gezogen werden. Die Ursache für Veränderungen der Effekte auf die Variablen kann sich vielfältig äußern: Durch die soziale Aktivität des Kletterns, eine geringere depressive Grundstimmung oder das Verlassen des gewohnten Umfeldes. Sportliche Aktivität erhöht für einige Autoren den Selbstwert eher als Moderatorvariable, so dass weitere Ursachen für eine Veränderung verantwortlich sein könnten. Ein kausaler Rückschluss über die Auswirkungen von therapeutischem Klettern auf Selbstwertschätzung und Selbstwirksamkeit sollte nach wie vor kritisch vollzogen werden. Die Literaturlage, sowie die moderate Effektstärke bei geringer Teststärke im ersten Abschnitt der Studie und die guten Ergebnisse über den Zeitraum von drei Jahren bezüglich Selbstwirksamkeit und Selbstwertschätzung rechtfertigen die Forderung nach einer Bestätigung der Ergebnisse mit einer größeren Fallzahl.

Zitat ID 80 (29.6.2012):

„Mein ganzes Umfeld ist baff, wenn ich erzähle, dass ich beim Klettern war und ich bin dann sehr stolz auf mich selbst.“

Depression

Bei Personen mit MS sind Depressionen mit bis zu 50% weit verbreitet und an vielen negativen Begleiterscheinungen beteiligt^{109,164,355,356}. Wer mit PmMS arbeitet muss den Einfluss von Depression in seinem Interventionskonzept berücksichtigen. Die Datenlage bezüglich des Einflusses von sportlicher Aktivität auf Depression bei MS ist unklar, auch wenn die allgemeine Literatur, trotz oft heterogener Studienlage, sportlicher Aktivität einen positiven Einfluss auf Depression bescheinigt^{12,109,158,357}.

Im Kontext dieser Arbeit wurde das Selbstbeschreibungsinstrument ADS zunächst als allgemeines Screening-Instrument eingesetzt, um Gruppenunterschiede zu attestieren und depressiv auffällige Personen berücksichtigen zu können. Es ging weniger um die Bestimmung der Depressionstiefe und den Einfluss sportlicher Aktivität auf Depression.

Höhere ADS-Werte deuten auf Komplikationen im Krankheitsverlauf hin und bedürfen zusätzlicher Aufmerksamkeit und Therapiemaßnahmen²⁸⁷. Im Vordergrund stehen die (negativen) Auswirkungen auf Krankheitsverlauf, Behandlungserfolge, eigene Bewältigungsstrategien und Rehabilitation. Die Anzahl der verwertbaren Ergebnisse, welche in die Auswertungen einfließen, reduzierte sich aufgrund des Lügenkriteriums und der kleinen Fallzahl, so dass eine Aussage im ersten Abschnitt der Studie zwar von Interesse, aber eine Verallgemeinerung schwer möglich ist.

Sechsmonatige Interventionsstudie:

Im ersten Studienabschnitt „TKMS“ (n = 27) zeigte sich anhand eigener Angaben der PmMS und der Werte aus dem ADS ein depressiver Anteil von 30%. Die Werte liegen leicht unter den Angaben von Feinstein et al. (2013). Die Ergebnisse der Kletter- und Kontrollgruppe unterschieden sich weder in der Baseline noch nach sechs Monaten signifikant. Der Median der ADS-Werte in der Klettergruppe sank über die Zeit, in der Kontrollgruppe blieb er über die sechs Monate konstant.

Werden die PmMS mit auffälligen ADS-Werten des ersten Studienabschnittes „TKMS“ betrachtet, so erfassen die Ergebnisse bei zwei Patienten der Klettergruppe trotz Antidepressiva Auffälligkeiten in den Werten des ADS an der Baseline (Cut-off >23), die sich nach sechs Monaten nicht mehr nachweisen ließen. Beide Patienten hatten keine zusätzlichen Maßnahmen bezüglich der Symptome erhalten. Bei jeweils einem Patient aus der Interventions- und Kontrollgruppe sank der ADS-Wert, wenn auch nicht unter den Cut-off-Wert. Der zweite depressive Proband aus der Kontrollgruppe lieferte zu Beginn einen auffällig hohen ADS-Wert von 39, der sich innerhalb des Untersuchungszeitraumes durch eine psychotherapeutische Behandlung im Rahmen eines vierwöchigen, stationären Aufenthalts in einer psychiatrischen Klinik auf 15 reduzierte. Eine Verfälschung der Ergebnisse durch die Inanspruchnahme von zusätzlichen Therapien (Antidepressiva, Psychotherapie) wird somit berücksichtigt. Der Patient begann nach Ende des ersten Studienabschnittes ebenfalls mit der Klettertherapie, so dass eine Evaluation der Werte nach drei Jahren möglich war. Es ergab sich eine weitere Reduktion des Wertes auf 11. Insgesamt ein Ansatz, der sich weiter zu verfolgen lohnt. Zumal in der nach eigenen Recherchen einzigen Pilotstudie von Mollenhauer (2011) das therapeutische Klettern eine positive Tendenz auf depressive Symptome bei psychiatrisch versorgten Patienten erwirkte, gemessen mit dem selbsterstellten „Tübinger Befindlichkeitsfragebogen“. Die hauseigene Skala erschwert allerdings Vergleiche über mehrere Studien hinweg.

Dreijahresverlauf

Der Anteil an depressiven PmMS anhand eigener Angaben und der Werte aus dem ADS betrug in der Langzeitbeobachtung 21%. Innerhalb der 28 verwertbaren Daten der PmMS

des Dreijahreszeitraums ergab sich kein „depressiv auffälliger“ Mittelwert, obwohl die Werte des ADS bei einem Viertel der PmMS über dem Cut-off-Wert lagen. In der statistischen Analyse zeigte sich eine signifikante Reduktion der Mittelwerte auf die Hälfte nach drei Jahren. Die recht große Streuung der Werte am ersten Messzeitpunkt reduzierte sich deutlich am dritten Messzeitpunkt. Das kann auf eine Stabilisierung der depressiven Stimmung der PmMS nach drei Jahren hinweisen (Abbildung 38).

Zusammenfassend zeichnet sich in dieser Studie ein positiver Effekt durch das TK auf die depressive Stimmung über den Zeitraum von drei Jahren ab. Auch wenn Velikonja et al. (2010) in ihrer Studie über ein zehnwöchiges Kletterprogramm keine Verbesserung der Stimmung (gemessen mit der CES-D) fanden. Nach Einschätzung aus der eigenen Datenlage scheinen positive Auswirkungen auf die Stimmung vor allem bei depressiven Patienten und über einen längeren Zeitraum möglich zu sein. Suh et al. (2012) konnten mittels Fragebogenanalyse zeigen, dass sportliche Aktivität und soziale Unterstützung indirekt und unabhängig von einer eingeschränkten Mobilität und wahrgenommenem Stress Auswirkungen auf die depressiven Symptome bei RRMS haben. Bei einer vorsichtigen Verallgemeinerung auf alle PmMS, kann das hier entwickelte Programm im therapeutischen Klettern also über sportliche Aktivität mit sozialer Unterstützung auf PmMS positiv einwirken. Neben den direkten positiven Aspekten durch sportliche Aktivität auf psychologische Komponenten können Barrieren reduziert und eine Verhaltensmodifikation gefördert werden, welche einen positiven Einfluss auf Depression zeigen können^{107,357}.

Weitere gezielte Untersuchungen mit größeren Stichproben werden benötigt, um den eindeutigen Zusammenhang zwischen therapeutischem Klettern und Depression aufzuklären.

Zitat ID 91 (22.6.2012):

„Stabileres Gesamterscheinungsbild durch das Klettern. Wachsendes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten. Mut zu größeren Schritten in der persönlichen Entwicklung (Arbeitsplatzwechsel.)“

7.3 Methodendiskussion und Limitierung

Die Herausforderung der statistischen Absicherung bei klinischen Studien ist hinlänglich bekannt. Auch Kesselring (2013) bemängelt die Schwierigkeit in der Erlangung von Evidenzen selbst in klinischen Medikamentenstudien und fordert in seinem Artikel neue Maße, um die Wirksamkeit von Therapien zu bestimmen. Im Rehabilitationsbereich

erschweren beispielsweise Unterschiede in der Trainingsgestaltung die Rückführung der Effekte eines Treatments auf ihre Wirkmechanismen, so auch in Studien bei MS^{45,79,88,288}.

Klare Einschränkungen zu den Aussagen dieser Untersuchung müssen hier bezüglich der Stichprobengröße getroffen werden. Eine geringe Stichprobengröße bedeutet immer ein hohes Risiko für einen β -Fehler, dass fälschlicherweise bei der Annahme von H1 stattdessen H0 zutrifft. Bei Ablehnung von H1 besitzen sie aber eine hohe Teststärke²⁸⁸. Die geringe Anzahl an Probanden führte zum Teil zu einer unterschiedlichen Verteilung von Merkmalsunterschieden in den beiden Gruppen. Trotz statistischer Unauffälligkeit hinsichtlich der Stichprobenunterschiede zu Beginn der Untersuchung, ausser in der Medikation, fällt bei der Betrachtung einzelner Variablen eine ungleiche Verteilung auf. Zum Beispiel gaben vier Probanden der Kontrollgruppe eine PPMS an, wohingegen nur ein Proband in der Interventionsgruppe diese Verlaufsform aufwies. In den Daten der Testverfahren FST und WEIMuS zeigten sich deutlich bessere Werte und in den Parametern zum Gangbild und der Stabilität im Stand leicht bessere Werte des Ausgangsniveaus in der Kontrollgruppe. Für die Parameter der Lebensqualität und des Selbstwertes und der Selbstwirksamkeit wies die Interventionsgruppe leicht bessere Werte auf, die jedoch nicht signifikant waren. Durch eine größere Stichprobe bzw. durch Parallelisieren als Alternative zur Randomisierung könnte die Gefahr der Gruppenheterogenität reduziert werden.

Evidenzen werden immer durch die vielfältigen Ausprägungen des Krankheitsbildes der MS an sich erschwert. So kann es bei einzelnen Parametern zu Bodeneffekten kommen. Auch bestehen sicherlich Einschränkungen in der Aussagekraft, da die Teilnehmer der Studie sich freiwillig oder auf Anraten des Arztes hin gemeldet haben, so dass eine gewisse Offenheit der Teilnehmer für sportliche Aktivität existierte.

Der Einsatz einer Kontrollgruppe erhöht die interne Validität dieser Untersuchung für den ersten Abschnitt der Studie „TKMS“. Aus ethischen Gründen war es nicht möglich, die Kontrollgruppe für den Follow up über drei Jahre aufrecht zu erhalten. Da die Kontrollgruppe das Wissen besaß, dass sie im Anschluss ebenfalls die Möglichkeit zum Klettern bekommen würde, besteht die Gefahr, dass sich die Gruppe in den sechs Monaten allein durch dieses Wissen schon aktiver verhalten haben könnte. Auch wurde das Ausschlusskriterium „Schub“ nur im randomisierten Abschnitt umgesetzt, um in der Langzeituntersuchung die Realität im Leben der PmMS abzubilden und die Motivation zur sportlichen Aktivität, trotz eines Schubes, zu erhalten.

Weitere Einflussfaktoren bezüglich der Interpretation der Ergebnisse können die individuelle Krankheitsprogression, Umstellungen in der Medikation oder die Tagesform der PmMS sein. Einige MS-Studien konnten demonstrieren, dass es keine tageszeitlichen Schwankungen in der Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit, dagegen aber in der Fatigue bei PmMS gibt. Geringe Unterschiede im Messzeitpunkt wurden toleriert. In Studien von

Frozvic (2000) und Morris (2002) konnten keine Unterschiede in Messungen der statischen oder dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit bei PmMS von morgens zu abends gefunden werden. Auch bei einer selbst angegebenen, höheren Fatigue gegen Ende des Tages, zeigten sich keine Unterschiede im Gleichgewichtsverhalten. Eine Studie von Crenshaw et al. (2006) bestätigt dies auch für Untersuchungen zum Gangbild. Die Probanden konnten im ersten Teil der vorliegenden Studie so eingeteilt werden, dass sie den Messzeitpunkt von Baseline- und Postmessungen wählen und somit an den beiden Testterminen annähernd zur gleichen Uhrzeit kommen konnten. Dadurch wurde ein möglicher Einfluss der Tagesform minimiert. Im zweiten Abschnitt der Studie fanden die Untersuchungen aufgrund der Integration in den laufenden Betrieb immer vor der Trainingseinheit statt, so dass nur bedingt der Einfluss der individuellen Fatigue reduziert werden konnte.

Auch ist ein Einfluss der Jahreszeiten auf PmMS in Studien untersucht worden und muss bei der Interpretation der Ergebnisse, besonders den Abschnitten März bis August, beachtet werden³⁵⁸. Im randomisierten Abschnitt über sechs Monate (November bis Mai) könnte ein solcher Einfluss die Aussagekraft der Ergebnisse beeinflussen. Die Abschlussuntersuchung für den randomisierten Abschnitt erfolgte in den für PmMS ungünstigeren, heißen Monaten. Da die Probanden des zweiten Studienabschnittes konsekutiv mit dem Kletterprogramm begonnen hatten, wechselten hier die Untersuchungszeitpunkte über das Jahr verteilt, so dass sich der Einfluss hier eher über die gesamte Gruppe reduzierte.

Die Studie inkludierte PmMS mit einer relapsierend-remittierenden und einer chronisch progredienten Verlaufsform bis zu einem EDSS von 7,0 und erlaubt von daher nur eine Verallgemeinerung der Ergebnisse für diese Gruppe an Patienten. Ein höherer EDSS erlaubt keine therapeutisch sinnvolle Aktivität in einer Gruppentherapie im therapeutischen Klettern. Der Schweregrad würde in den Bereich der Einzeltherapie führen und somit einen anderen Ansatz verfolgen. Mit zunehmender Schwere der Erkrankung verändern sich die Symptombereiche. Eine Unterteilung der Schweregrade, beispielsweise über den EDSS in „milde“ (EDSS 0-3,5), „moderate“ (EDSS 4-6,5) und „schwere“ Behinderung (EDSS > 7) könnte ein differenziertes Bild bezüglich der Effekte liefern. Dazu würde es einer a-priori Schätzung der Fallzahl bedürfen. Auch wenn immer mehr Studien eine Differenzierung vornehmen, wurde aufgrund der geringen Fallzahl in dieser Studie darauf verzichtet. Zusätzlich würden die Ergebnisse bei einer weiteren Differenzierung irrelevant für einen noch größeren Anteil an PmMS. Die Entscheidung für die Ein- und Ausschlusskriterien orientierten sich an den genannten Gründen und an der Zielsetzung des Konzepts, um alle für eine Gruppentherapie inkludierbaren Patienten zu wählen, trotz der genannten Einschränkungen.

Diverse Korrelationen der untersuchten Parameter untereinander sollten in Zukunft, wenn möglich, ebenfalls Berücksichtigung finden. Der Parameter mit den größten Zusammenhängen stellt sicher die gesundheitsbezogene Lebensqualität dar.

Die Teststärke lies sich bei den meisten Testverfahren aus dem ersten Studienabschnitt nicht absichern, so dass weitere Studien, zumindest bei den Parametern mit einer moderaten bis großen Effektstärke, notwendig sind.

Störvariablen

Die Bedingungen für einen *experimentellen Versuchsplan* sind aufgrund der Aufteilung der Probanden in Interventions- und Kontrollgruppe, Prä-Post-Messungen, der zufälligen Zuteilung und der Möglichkeit der Manipulation der unabhängigen Variablen gegeben. Eine geringe Stichprobengröße sorgt für eine höhere Anfälligkeit auf Störgrößen und Ausreißer:

- *Auswahlverzerrung*: Die Randomisierung minimiert die Auswahlverzerrung, jedoch kann sie aufgrund der kleinen Stichprobengröße nicht ganz ausgeschlossen werden.
- *Versuchsleitereffekt*: Durch die Standardisierung der Messvorschriften und das konstante Halten der Hauptversuchsleiter wird der Versuchsleitereffekt reduziert. Mögliche Einflüsse durch verschiedene Assistenten können nicht ganz ausgeschlossen werden. Auch waren die Versuchsleiter nur zeitweise gegenüber der Gruppenteilung der Patienten verblindet, wodurch Bias nicht ausgeschlossen werden können³⁴⁵.
- *Testeffekt*: Die ungewohnten Labor- und Testbedingungen könnten das Verhalten der Probanden gegenüber dem natürlichen Alltagsverhalten beeinflussen. Sie garantieren jedoch konstante Bedingungen, wie zum Beispiel eine gleichbleibende Temperatur. Der Testeffekt wirkt zu allen Messzeitpunkten und wird somit konstant gehalten.
- *Übertragungseffekt*: Der Übertragungseffekt wird durch die Zeitdauer, die zwischen den einzelnen Messungen liegt, minimiert. Es wird angenommen, dass sich Übungseffekte, wie sie zum Beispiel beim PASAT bekannt sind, bei den Messwiederholungen wieder zurückgebildet haben, da eine Zeitspanne von mindestens sechs Monaten oder mehr zwischen den einzelnen Messungen liegt und die Ergebnisse somit nicht beeinflussen³⁵⁹.

Die Untersuchungen zu Beginn der Studie (Prä-Post-Design) sind aufgrund der kleinen Stichprobengröße erforderlich. Dadurch kann auch der zufällig erzeugte Effekt durch die Randomisierung kontrolliert werden.

Neben der Stichprobengröße kommen Faktoren wie die Compliance der Patienten oder klassische Alltagsprobleme klinischer Studien (Infekte, Umzug, etc.) erschwerend hinzu. Den Faktoren wurde, soweit möglich, durch eine klar definierte Kontrolle der Störvariablen (Bsp. Randomisierung, Kontrollgruppe) Rechnung getragen.

Da sich Messfehler aufgrund der geringen Anzahl an Messwerten im Mittelwert widerspiegeln können, ist hier der Anspruch auf Repräsentativität geringer und vorsicht bei der Interpretation geboten²⁹⁵. Um diese Probleme zu minimieren, wurden die Daten, wenn nötig, mit Median und Quartil dargestellt. Einem multiplen Vergleich aufgrund der verschiedenen Zeitpunkte wurde mittels Bonferroni-Korrektur Rechnung getragen. Diese

Arbeit kann die Basis für weitere Studien liefern, bei denen eine a-priori Fallzahlschätzung, besonders für die hier gewonnenen Ergebnisse mit einer großen Effektstärke, erfolgen sollte.

Eine generelle Einschätzung der Patienten erfolgte mit der EDSS. Auch wenn die Skala regelmäßig kritisiert wird und sich ihr Fokus in der Bewertung der Gehfähigkeit befindet, ist sie das international am häufigsten verwendete Instrument, welches Auskunft über den Schweregrad der Behinderung bei PmMS gibt und eine erste Einordnung ermöglicht^{55,360-362}. Sie ist in der Regel aber nicht sensitiv genug, um Veränderungen in MS-spezifischen Beeinträchtigungen bei PmMS zu erfassen³⁶³.

Selbstbeurteilungsbögen

Um neben der klinischen Bewertung auch direkt die Sichtweise des Patienten zu erfassen, bekommen Selbstbeurteilungsbögen eine immer größere Bedeutung³⁶⁴. Diese weisen häufig gute psychometrische Werte auf, sind einfach in der Handhabung und kostengünstig³⁶⁵. Ein Großteil der Ergebnisse der Studie basiert auf Outcome-spezifischen Selbstbeurteilungsbögen.

Nicht alle Patienten waren aufgrund der Erkrankung in der Lage, die Fragebögen eigenständig auszufüllen, so dass ein Assistent den Fragebogen zusammen mit dem Patienten ausfüllen musste. Zusätzliche Personen können einen Einfluss auf die Beantwortung der Fragen haben.

Bei der Evaluation über den *allgemeinen Fragebogen* und der Veränderungen über den Untersuchungszeitraum hinweg, ergaben sich kleinere Schwierigkeiten. Der Fragebogen befindet sich im Original im Anhang. Die Mischung aus geschlossenen und offenen Fragen erschwerte den Überblick und die Auswertung einiger Variablen. Das Sportverhalten der Teilnehmer sollte mit der Frage: „Treiben Sie regelmäßig Sport?“ über ein „Ja-Nein-Antwortformat“ abgeprüft werden. Eine Bejahung der Frage führte zu folgender Anschlussfrage („Wenn ja, welche Sportarten?“). Trotz der Vorgabe von Informationen (drei Sportarten, Platz für sonstige Sportarten, Ausübungsbeginn, Häufigkeit, Dauer) führte diese Frage zu uneinheitlichen Antwortformaten der Patienten. Das erschwerte die Einteilung bezüglich der sportlichen Vorerfahrung, die aufgrund der fehlenden Angaben letztendlich relativ allgemein mit „mindestens 30 Minuten Sport pro Woche“ erfasst worden sind.

Der zweite allgemeine Fragebogen wich von dem ersten ab, da eine Erhebung der demografischen Daten und grundlegenden Krankheitsinformationen (Erstdiagnose, Verlaufsform, Arbeitsfähigkeit) nur einmal zu Beginn der Studie notwendig waren. Ein Problem zu fehlenden bzw. unvollständigen Angaben der Medikation (Präparat und Dosis) trat in beiden allgemeinen Fragebögen (Prä und Post) auf. Entsprechend erfolgte eine Berücksichtigung der Medikation nur, wenn es für nötig erachtet worden ist (Bsp.

Depression). Auch kannten nicht alle PmMS ihren eigenen EDSS-Wert. Im ersten Studienabschnitt wurde der EDSS jeweils an den Prä- und Post-Terminen erhoben, so dass die Angaben des Fragebogens keine zwingende Relevanz besaßen. Für den Follow-up erfolgte jedoch keine zusätzliche eigene Erhebung der EDSS, so dass beim Fehlen von Angaben die Teilnehmer nachträglich aufgefordert werden mussten, den Wert bei ihrem Neurologen zu erfragen.

Die zusätzlichen Informationen durch den „Allgemeinen Fragebogen“ vor Beginn der Kletterintervention erwiesen sich als hilfreich für die Therapeuten. Neben organisatorischen Informationen (Bsp. Schuhgröße, Hilfsmittel) ermöglichte der Fragebogen den Therapeuten eine schnelle Übersicht über die einzelnen Probanden (Medikation, Zusatzerkrankungen), auch um mögliche Risiken oder Kontraindikationen zu erfassen.

Der offen gestellten Aufforderung des zweiten Fragebogens, Änderungen und Auffälligkeiten im letzten halben Jahr zu notieren, wurde höchst unterschiedlich nachgekommen. Die Antworten bezogen sich auf Körperlichkeit, Zusatzerkrankungen, Sportverhalten, Alternativtherapien und psychischen Aspekten. Hier fiel auf, dass vor allem Probanden der Interventionsgruppe Veränderungen physischer und psychischer Natur aufführten: „Stabiler“, „aktiver“, „mehr Lebensfreude“, „allgemeines Wohlfühl“, „bin besser im Gleichgewicht“. Aus der Kontrollgruppe äußerte sich niemand zu psychischen und nur wenige zu physischen Veränderungen. Diese Feststellung kann die Vermutung von einer positiven Wirkung des Kletterns auf physische und psychische Parameter durchaus bestärken. Aber auch Selbstdarstellungstendenzen und soziale Erwünschtheit könnten die Antworten der Interventionsgruppe beeinflusst haben. Der Kontext „Evaluation des Kletterns“ könnte sich auf die Art der Beantwortung der Fragen ausgewirkt haben. Einige Teilnehmer dieser Gruppe beziehen sich explizit auf das Klettern und die erreichten Verbesserungen psychischer wie körperlicher Art.

Die Auswahl der Fragebögen berücksichtigt neben krankheitsspezifischen Vorgaben auch kulturelle Aspekte. Wenn möglich, wurden Messinstrumente verwendet, die speziell für PmMS entwickelt worden sind (Bsp. *HARLEMS*, *FST*) und das Herkunftsland berücksichtigen (Bsp. *WEIMuS*, *HARLEMS*). Die Fragebögen zur Erhebung der Fatigue (*WEIMuS*), Selbstwirksamkeit (*SWE*) Depression (*ADS-L*) und die Befindlichkeitsbögen (*WKV*, *EZ* und *Borg-Skala*) konnten ohne Probleme vollständig erhoben werden.

Um Fatigue zu erfassen, bedarf es eines Messinstruments, welches differenziert die unterschiedlichen Aspekte der Fatigue erfasst (Kapitel 3.1.3). Zu den gängigen Fatigue-Skalen für PmMS zählen die “Fatigue Severity Scale” (FSS), die “MS-specific Fatigue Severity Scale” (MFSS) oder die “Modified Fatigue Impact Scale” (MFIS). Die meisten von ihnen sind nur anhand einer kleinen Stichprobe validiert und keine davon an einer

deutschen Stichprobe^{162,283,366}. Auch wurde nur die MFIS in andere Sprachen wie Italienisch, Französisch oder Dänisch übersetzt¹⁶¹. Es ist zumindest wichtig, zwischen körperlicher und kognitiver Fatigue zu unterscheiden, was Skalen wie die FSS nicht tun. Aus diesem Grund wurde die von Flachenecker (2006) entwickelte deutschsprachige „Würzburg Fatigue Inventory for Multiple Sclerosis“ (*WEIMuS*) verwendet, die in physische und psychische Fatigue differenziert.

Im Vergleich zum häufig benutzten „Becks Depression Inventory“ (*BDI*) zeigt die *ADS* höhere psychometrische Qualitäten, weniger Beeinflussung durch somatische Erscheinungen und einen höheren ökonomischen Wert, so dass diese hier zum Einsatz kam^{287,367}. Nach Hautzinger und Bailer (1992) wiesen Frauen in der Allgemeinbevölkerung in einer Stichprobe von 1.205 gesunden Probanden signifikant höhere Werte in der *ADS* auf als Männer, wohingegen sich bei klinischen Stichproben ein anderes Bild zeigt. In einer Stichprobe mit 21 neurologischen Patienten zeigten Männer die höheren Werte. Einer geschlechterspezifischen Betrachtung bei Depression kommt also eine gewisse Bedeutung zu. Auf eine Differenzierung wurde in dieser Arbeit aufgrund der kleinen Fallzahl verzichtet, sollte aber bei zukünftigen Studien eingegangen werden.

Nach Möglichkeiten erfolgte eine Einordnung der Ergebnisse anhand von T-Werten oder Z-Werten entsprechend den Angaben des jeweiligen Manuals. So kommt beispielsweise der Geschlechterverteilung beim „*MSWS*“ keine Bedeutung zu.

Bei der Auswahl der standardisierten Messinstrumente wurden darauf geachtet, dass sie für die Population von PmMS geeignet sind. Trotzdem kam es zum Fehlen von Antworten bei bestimmten Items in den Selbstbeurteilungsbögen zur Erhebung der Selbstwertschätzung (*MSWS*) und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (*HARLEMS*). Beide Fragebögen erlauben die Kompensation fehlender Werte bis zu einem gewissen Anteil, welcher hier nicht überschritten wurde^{104,282}. Der Fragebogen zur Selbstwertschätzung „*MSWS*“ eignet sich zwar für klinische Verlaufsstudien, ist aber nicht speziell für die Population der MS-Betroffenen konstruiert²⁸². Folgende Subskalen (Items) wurden vereinzelt nicht ausgefüllt: „Leistungsbezogene Selbstwertschätzung“ (Items 8, 9), „Soziale Selbstwertschätzung – Sicherheit im Kontakt“ (Item 4), „Selbstwertschätzung Physische Attraktivität“ (Item 10) und „Selbstwertschätzung Sportlichkeit“ (Item 32). Besonders die Items 8 und 9, die die Leistung im Beruf abfragen, wurden von einigen PmMS, die nicht arbeitsfähig waren, nicht ausgefüllt. Das Problem der Erwerbstätigkeit führte mit hoher Wahrscheinlichkeit zu den fehlenden Werten, welche eine Interpretation der Einzelkategorien verhinderten²⁸².

Der Fragebogen *HARLEMS* wurde aus bekannten und validierten Fragebögen (*SF 36*, *FAMS*) speziell für PmMS entwickelt und hat sich in einer Population von deutschen PmMS, auch bei kognitiv beeinträchtigten PmMS, als reliables und valides Messinstrument erwiesen, um die gesundheitsbezogene LQ zu messen¹⁰⁴. Eine Anwendung ist auch bei Längsschnittstudien möglich. Im Gegensatz zu generischen

Fragebögen wie der SF 36, zeigt der HAQUAMS kein Boden- und Deckeneffekte. Werden die Fragestellungen der fehlenden Antworten genauer betrachtet, handelt es sich wie beim MSWS überwiegend um Fragen im Zusammenhang mit dem Beruf. Es scheint sich grundsätzlich also nicht um Verständnisprobleme gehandelt zu haben. In wieweit ein „response shift“ Einfluss auf Ergebnisse der LQ der PmMS der Untersuchung hat, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Das Phänomen des „response shift“ tritt bei chronischen Erkrankungen nach einer gewissen Zeit im Sinne einer Anpassung an die Krankheit auf und führt zu einer Veränderung der internalen Standards, Werte und Konzepte (Kapitel 3.1.3,¹⁰³). Die Studienpopulation zeigte im ersten Studienabschnitt im Median in der Interventionsgruppe eine Erkrankungsdauer von 15,5 Jahren und in der Kontrollgruppe von 11 Jahren, mit einer Zeitspanne von 0-35 Jahren (Kapitel 6.1.1). Die Teilnehmer des Follow-ups waren durchschnittlich seit 12 Jahren, mit einer Spanne von 0-36 Jahren, an MS erkrankt (Kapitel 6.2.1). Das könnte hier zu Bias führen¹⁰³. Die Gefahr der mangelnden Berücksichtigung eines „response shift“ ist gegeben.

Die zusätzliche Möglichkeit der offenen Reflexion erwies sich, durch die in der Ausführlichkeit doch recht unterschiedlichen Kommentare, als interessante Informationsquelle, aber nur als bedingt geeignet für eine evidenzbasierte Auswertung. Sie wurden eingesetzt, um ein Stimmungsbild aus Patientensicht direkt nach jeder Einheit zu bekommen. Es zeigte sich, dass einige Teilnehmer keine Lust oder Energie mehr zum Ausfüllen aufbrachten. Andere wiederum nutzten die Möglichkeit ausführlich. Auch hier können Selbstdarstellungstendenzen und soziale Erwünschtheit einen Einfluss auf den offenen Kommentar gehabt haben.

Kognition

Der *FST* sowie der *PASAT* sind gängige Verfahren in der Untersuchung von Personen mit MS^{125,368,369}. Nach Scherer et al. (2004) zeigt der *FST* im Vergleich mit dem *PASAT* eine moderat bessere Sensitivität und kann in der Erfassung von Konzentrationsstörungen in frühen Stadien der MS hilfreich sein. Obwohl der *FST* eigens für die Population von PmMS entwickelt wurde und eine gute Akzeptanz von Seiten der Population zeigt, offenbarten sich Schwierigkeiten. In der Kontrollgruppe konnte ein Patient aufgrund einer starken Ataxie diesen Test nicht durchführen. Auch die beim *PASAT* bekannten Limitierungen zeigten sich hier³⁷⁰: Ein Patient brach direkt nach dem ersten Testversuch die Durchführung ab und ein weiterer Patient war nicht in der Lage den Test adäquat zu beenden.

Personen mit MS scheinen zuerst von einer Verlangsamung der Informationsverarbeitung, Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung betroffen zu sein (hier erfasst über den *PASAT* und *FST*), zu denen später im chronisch progredienten Verlauf noch Funktionsstörungen in der Gedächtnisleistung (hier erfasst über den *FST*)

hinzukommen²⁹⁶. In Studien mit PmMS findet sich im Rahmen des MSFC ein verstärkter Einsatz des PASATs, so dass auch hier in der Bewertung des Langzeitverlaufes der PASAT verwendet wurde. Auf eine Differenzierung der Verlaufsform in RRMS und SPMS kann bei der hier verwendete Drei-Sekunden-Version des PASATs verzichtet werden, da sich nach Scherer et al. (2004) keine signifikanten Unterschiede im Kognitionsprofil in den beiden Verlaufsformen erkennen lassen.

Motorische Datenanalyse

Schwierigkeiten in der Evaluierung bei der Erfassung komplexer Bewegungsabläufe durch methodologische Grenzen sind bekannt.

Die Sequenzen der videogestützten *Ganganalyse* wurden mit zwei Standardkameras „per Hand“ aufgenommen und ausgewertet, so dass erschwerend zu der Erfassung eines so komplexen Bewegungsablaufes wie dem Gangbild, mögliche technische Fehler in der Erfassung hinzukamen. Lichtreflektierende Marker wurden auf anatomischen definierten Stellen, nach Möglichkeit auf der Hautoberfläche, befestigt. Da dies nicht immer möglich war, können Marker, die auf Kleidungsstücken befestigt werden mussten, Veränderungen von der ursprünglichen Position aufweisen. Das kann zu unterschiedlichen Werten in der Berechnung führen. Auch waren nicht alle Marker gut sichtbar, konnten aber für die Berechnung geschätzt werden. Pro Gehversuch über die 7,62m des *T25FWT* ist ein Gangzyklus für die Analyse ausgewählt worden. Die seitliche Kamera konnte nicht bei allen Probanden das kamerazugewandte Bein als Referenzbein erfassen, so dass bei wenigen Probanden auf das andere Bein ausgewichen werden musste. Im Dreijahresverlauf wurde einzig der *T25FWT* zur Bewertung der Gehfähigkeit herangezogen. Auch wenn das Manual sehr detaillierte Angaben zu der Durchführung macht, sind hier Fehler in der Erfassung aufgrund einer manuellen Betätigung der Stoppuhr nicht auszuschließen. Ebenso können hier unterschiedliche Bodenbeläge in den beiden Räumlichkeiten (glatter Boden versus Tartanboden), sowie die eventuell unterschiedliche Fußbekleidung (barfuß oder Socken) einen Einfluss haben.

Zur Erfassung der *Stabilität im Stand* können qualitative und quantitative Testverfahren verwendet werden. Neben einfachen sportmotorischen und klinischen Tests existieren unterschiedliche, technische Testsysteme^{365,371,372}. Nach Prosperini (2013) werden in Gleichgewichtsuntersuchungen bei Personen mit MS meist unterschiedliche Messinstrumente eingesetzt. Auch differieren die Messmethoden, wie die verwendete Ausgangsstellung oder erfasste Zeitspanne, stark^{373,374}. Beschrieben werden unter anderem Zeitspannen zwischen 10 und 60 Sekunden, abhängig von den Messinstrumenten, der Zielgruppe und den Outcome-Parametern^{278,279,375,376}. Diese Studie nutzte neben der Posturographie mit einer Kraftmessplatte auch den S3 Check. Beide Verfahren gelten als objektiv, reliabel und wenig anfällig für Deckeneffekte, darüber hinaus sind sie sensitiver

als klinische Verfahren^{130,243}. Für diese Messungen wurde ein einheitliches Protokoll gewählt, welches sich an dem Protokoll des S3 Checks orientierte (Kapitel 5.2.2).

Aufgrund der unterschiedlichen Schweregrade der PmMS dieser Studie war zu beobachten, dass die Patienten unterschiedliche Stabilisationsmechanismen im Stand verwendeten. Schwerer Betroffene setzten als Kompensationsmechanismus teilweise ein durch die Spastik blockiertes Bein ein. Der Mechanismus ist bekannt aus der Arbeit mit PmMS oder Schlaganfallpatienten⁶¹. Der Schwankungsweg im Stand wird dadurch sicherlich geringer, jedoch stellt sich die Frage, ob der Stand dadurch langfristig auch stabiler wird. So zeigen die Ergebnisse aus dem ersten, kontrolliert-randomisierten Abschnitt der Studie die Standardabweichung des Schwankungsweges, nicht die Geschwindigkeit des Schwankungsweges. Auch konnten aufgrund der Schweregrade der Erkrankung nicht alle Probanden sämtliche Testverfahren durchführen. Gerade bei dem S3 Check zeigten sich hier Schwierigkeiten, auch wenn dieser aufgrund seiner rechts-links Kippbewegung wertvolle Zusatzinformationen zu der Kraftmessplatte liefert.

Programm

Dieses Konzept im therapeutischen Klettern wurde als Intervention entwickelt, die verschiedene therapeutische Basiskompetenzen vereint und ergänzend zu den etablierten Maßnahmen in der Therapie bei PmMS durchgeführt werden kann. Die Kernkompetenz der Sportwissenschaft befindet sich auf der biologischen Ebene. Somit ist der Schwerpunkt des Programmes auf den funktionellen Bereich ausgelegt. Es bleibt die Frage, wie vertieft die einzelnen Fähigkeiten auf den drei Ebenen des biopsychosozialen Modells in der therapeutischen Funktion in einem solchen Programm aufgegriffen werden können. Zu den Auswirkungen „gezielter sportlicher Aktivität“ bezüglich der einzelnen untersuchten Parameter (wie Gleichgewicht oder Selbstwirksamkeit) finden sich Evidenzen in der Literatur (Kapitel 3.1.3 und 7.2). Je genauer ein Parameter eingegrenzt werden kann und je gezielter er trainiert wird, desto eindeutiger werden die Effekte sein. Ein Ausdauertraining bei MS verbessert primär die erhobenen Ausdauerparameter, nicht unbedingt die Kraftfähigkeit.

Die Effekte von therapeutischem Klettern auf motorische und psychosoziale Symptome von PmMS können mit den hier gewonnenen Ergebnissen nur eingeschränkt belegt werden. Die verschiedenen Parameter können nie völlig losgelöst voneinander betrachtet werden, so dass es unklar bleibt, welchen Einfluss ein einzelner Bereich auf den anderen aufweist. So können die Parameter Selbstwertschätzung, Selbstwirksamkeit, Fatigue, Depression, aber auch die kognitive Leistungsfähigkeit sowie das Gangbild und die Stabilität im Stand potenziell die gesundheitsbezogene Lebensqualität beeinflussen. Eine adäquate Kontrolle dieser Korrelationen ist schwierig.

Die Komplexität der Sportart Klettern und die Heterogenität der Erkrankung MS werden in dieser Arbeit deutlich und es wird klar, warum wenig, qualitativ hochwertige Studien existieren. Um umfassende, verallgemeinerbare Ergebnisse zu erzielen, müssten die Gruppen enger gegriffen, die Parameter klarer definiert und die Fallzahl erhöht werden, selbst wenn dadurch die Aussagen nur auf einen eingeschränkten Personenkreis oder einzelne Parameter von PmMS zu beziehen sind. Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, die Trainingshäufigkeit zu steigern. Dem steht jedoch der Sinn des Konzepts, mit dem Anspruch auf regelmäßigen „sport for lifetime“, entgegen. Der Vorteil auf der einen Seite (die komplexe Bewegungshandlung für eine umfassende Behandlung von PmMS) ist ein Nachteil für die fundierte wissenschaftliche Absicherung der Effekte auf der anderen Seite. So bleiben klinische Studien immer eine gewisse wissenschaftliche Gratwanderung.

8 Zusammenfassung und klinischer Ausblick

Bei einer Erkrankung ohne Heilungschance wie der MS wird eine gute symptomatische Therapie immer einen hohen Stellenwert bekommen¹⁰⁹. Für jeden MS-Betroffenen stellen die Vielzahl der Symptome und der heterogene Krankheitsverlauf eine ganz individuelle Herausforderung dar. Die Organisation und Behandlung in einem interdisziplinären Team haben einen entscheidenden Einfluss auf die Auswirkungen der Rehabilitation von PmMS^{44,377}. Die Strukturierung der ICF erlaubt ein ganzheitliches, multidimensionales und interdisziplinäres Verständnis von Gesundheit, welches auch in der Therapie von PmMS zum Tragen kommt^{43,135}. Die Sicherung der Teilhabe am Leben ist ein zentraler Bestandteil in der Therapie chronischer progredienter Erkrankungen. Einen Beitrag dazu leisten neue, ergänzende Interventionen, wie diese im therapeutischen Klettern.

Klettern ist eine komplexe Sportart, die verschiedenen Beanspruchungsformen vereint. Sie stellt hohe Ansprüche an körperliche und psychische Fähigkeiten und es bedarf beim Klettern mit Seilsicherung immer eines Partners. Bis jetzt beleuchten wissenschaftliche Studien das Klettern in Bezug auf den Leistungssport, meist aus biomechanischer oder physiologischer Sicht, sowie die dort auftretenden Verletzungen und Überlastungsschäden^{177,200,208,213,216,220,257,258,378-381}. Aus den Erfahrungen im Klettern und der Praxis entwickelten verschiedene Therapeutengruppen erste Kletterkonzepte. Es bleibt jedoch festzustellen, dass Aussagen zur Bedeutung der therapeutischen Wirkung des Kletterns im empirischen Kontext noch weitestgehend fehlen^{1,2}. Unabhängig von dieser eigenen Untersuchung publizierten die Forschergruppe um Velikonja aus Slovenien 2010 parallel die erste und bis jetzt einzige Vergleichstudie von Klettern und Yoga mit PmMS (Kapitel 3.2).

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben gezeigt, dass Klettern als eine therapeutische Maßnahme bei Personen mit MS grundsätzlich zu empfehlen ist. Das therapeutische Klettern zeigt einen hohen motivationalen Charakter und ermöglicht, trotz der für eine progressive Erkrankung typischen Altersspanne, Verlaufsform und unterschiedlichen Symptomatik, Interesse an einem gemeinsamen Ziel zu entwickeln und die typischen Symptome der Erkrankung positiv zu beeinflussen. Das hier entwickelte Programm eignet sich für die Anwendung bei Personen mit MS im Rehabilitationssport und kann so von anderen Einrichtungen übernommen werden.

In dem hier entwickelten Programm im therapeutischen Klettern kann der Patient auf einem angepassten Niveau an sich arbeiten. Als Voraussetzung für das therapeutische Klettern in der Gruppe hat sich bestätigt, dass eine Person mit MS kognitiv adäquat auf eine Ansprache reagieren und einen eigenständigen Transfer leisten können muss (EDSS bis 7). Das Toprope-Klettern ermöglicht dem übenden Patient jederzeit eine längere Pause

in der Wand oder das Beenden einer Route in jeder Höhe. Genutzt werden noch vorhandene (häufig nicht mehr wahrgenommene) Ressourcen zum Aufbau der eigenen Kompetenzen. Zusätzlich zum Gleichgewicht, der Kraft und Ausdauer können hier weitere koordinative Fähigkeiten geschult werden. Im Vordergrund steht im therapeutischen Klettern neben der eigenen Leistung immer das gemeinsame Sporterlebnis. Der Kletterer wird auf seiner individuellen kognitiven Leistungsebene gefordert und es kann eine Stärkung der Selbstwirksamkeit, des Selbstwertgefühls und Vertrauens erreicht werden. Das Konstrukt der Selbstwirksamkeit ist verbunden mit den Verhaltensweise des „Sport Treibens“ und der „regelmäßigen Sportteilnahme“.

Um langfristig therapierelevante Effekte zu erreichen, muss die körperliche Aktivität dauerhaft und regelmäßig durchgeführt werden¹⁵. Genau hier setzt das neu entwickelte Konzept im therapeutischen Klettern an. Um Klettern als „Lifetime-Sport“ zu verankern, muss eine Weiterentwicklung auf der Ebene der Verhaltensweisen, Persönlichkeitsmerkmale (Kompetenzbereiche) und Sinnstiftung stattfinden. Motivationale Gründe für das Klettern können unterschiedlichster Art sein (Kapitel 7.1). In den Kommentaren der Kletterer mit MS aus dieser Arbeit bestätigten sich diese vielfältigen Motive. Eine grundsätzliche Motivation zur dauerhaften Ausübung von Sport entwickelte sich bei den meisten Teilnehmern, unabhängig ob sie beim „Klettersport“ blieben oder allgemein sportlich aktiver wurden.

Therapeutisches Klettern für PmMS ist als Ergänzung zur klassischen Therapie einzustufen. Es existieren wenige Kontraindikationen, Nebenwirkungen, wie bei Medikamenten, gibt es keine. Verletzungen durch die Sportart an sich sind seltener als in anderen gängigen Sportarten²⁵⁸. In den eigenen, mittlerweile fast 10 Jahren Erfahrungen im therapeutischen Klettern mit insgesamt über 80 PmMS entstanden nur Bagatellverletzungen, wie eine Kapselanriß am kleinen Fingern oder ein verdrehtes Knie. Beschwerden, wie sie auch bei anderen, sportlichen Aktivitäten vorkommen. Das hier evaluierte Kletterkonzept kann von jeder Person mit MS ausprobiert werden, um zu prüfen, ob es möglicherweise als individuelles, dauerhaftes Training in Frage kommt. Die geringe Drop-out-Rate der Teilnehmer an diesem Programm deutet auf eine große Motivation und hohe Compliance hin. Das persönliche Feedback der Teilnehmer ist durchweg positiv und betrifft alle drei Wirkebenen des Sports. Die Studie hat gezeigt, dass sich die Effekte innerhalb der drei Wirkebenen eher langfristig einstellen.

Gesicherte Aussagen bezüglich der Auswirkungen auf kognitive, motorische und psychosoziale Parameter sind über den ersten Studienabschnitt von sechs Monaten nur eingeschränkt möglich. Bezüglich der deskriptiven Statistik konnte eine Verbesserung fast aller Messergebnisse in der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe beobachtet werden. Signifikant verbessert haben sich die Ergebnisse im ersten, randomisierten Abschnitt für die gesundheitsbezogene Lebensqualität, die Stabilität im Stand in anterior-

posteriore Richtung und auf einer labilen Unterlage. Die Ursache scheint weniger in den mangelnden, therapeutischen Effekten durch das Klettern zu liegen, als auf methodische Einschränkungen, Limitierungen der Studie und die Komplexität, sowohl der Sportart Klettern als auch der Erkrankung MS zurückzuführen zu sein (Kapitel 7.3,^{1,20}). Die nach den ersten sechs Monaten gewonnenen Effekte liessen sich in den Ergebnissen des Langzeitverlaufs bestätigen und können, unter Einschränkungen, auf die Grundgesamtheit übertragen werden. Signifikant über die drei Jahre verbesserten sich die Ergebnisse aller Parameter bis auf den der Selbstwirksamkeitserwartung, der sich nur nach sechs Monaten signifikant darstellen lies, wenn er auch über die drei Jahre stabil blieb. Das Konstrukt der Selbstwirksamkeit beschreibt häufig eine kurzfristige Zustandsveränderung und äußert sich langfristig mit einer stabilen Verhaltensänderung eher in dem Gegenstand des Selbstwertes. Eine Aussage zu der zentralen Wirkung des Kletterns als vielschichtige Sportart auf der biopsychosozialen Wirkungsebene, kann durch diese ersten, empirischen Ergebnisse gestützt werden.

Der größte, hier festgestellte Benefit, ist die allgemeine Aktivierung der PmMS zur Bewegung und das Zutrauen in sich selbst. So scheint das therapeutische Klettern zu einer individuellen Verbesserung der eigenen Situation und damit der Lebensqualität beizutragen. Die Vielfältigkeit und große Flexibilität im Klettern, wie sie auch in diesem Konzept umgesetzt wird, macht diese Therapie wertvoll.

Eine Therapie durch Sport findet bewusst im Unbewussten statt und ist sportliche Leistung und Therapie in einem. Das entspricht dem allgemeinen Verständnis von Gesundheit, welche durch das hier entwickelte Konzept im therapeutischen Klettern positiv beeinflusst werden kann. Die Nachhaltigkeit von diesem Konzept lässt sich an der dauerhaften Ausübung des „Klettersports“ durch die Teilnehmer und der Stabilisierung oder Verbesserung einzelner Parameter ablesen. Die große Nachfrage und die vielen subjektiven Kommentare der Patienten bestätigen dies. Eine weitere Verbreitung des Programms wird angestrebt und konnte in Zusammenarbeit mit der DMSG in Bayern bereits beginnen.

Die Therapie der MS ist ein viel diskutiertes Thema, weil die zur Verfügung stehenden Behandlungen teuer und nicht immer kosteneffizient sind²³. Sportliche Betätigung kann ein Ansatz in der Krankheitsbewältigung und langfristigen Rehabilitation darstellen. Neue Konzepte auch aus Nachbarländern, wie das von »MovetoSport« aus Belgien, zeigen den hohen Stellenwert und die Herausforderung PmMS sportliche Aktivität zu ermöglichen. Grundidee dort ist der einfache Zugang zu kostengünstigen, therapeutischen Sportprogrammen für alle Personen mit MS³⁸². Dem sinnngemäßen Inhalt von Rehabilitationsmaßnahmen, zu dem alle Maßnahmen gehören, die die Leistungsfähigkeit der Personen mit MS verbessern können, kommt hier eine besonders große Bedeutung zu. Das hier durchgeführte Konzept im therapeutischen Klettern demonstriert ein deutliches

Potenzial. Das Profitieren der Teilnehmer in mindestens einem der drei biopsychosozialen Bereiche, begründet eine Einordnung dieses hier entwickelten und erforschten Konzepts des therapeutischen Kletterns in den Bereich des Rehabilitationssports. Eine Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs der möglichen „Rehabilitations-Sportarten“ sollte dringend geschehen, so dass die in Deutschland in der Therapie möglichen Inhalte und Strukturen optimal genutzt werden können. Gründe hierfür sind neben einer Verbesserung oder Stabilisation der Symptome mit einer Steigerung der Lebensqualität der PmMS auch das Senken der medikamentösen Kosten. Eine nachhaltige sportliche Aktivität mit all ihren positiven Aspekten, kann insbesondere bei PmMS durch das therapeutische Klettern gefördert werden. Auch wenn der Schwerpunkt der „Freizeitaktivität“ im Rahmen der ICF-Kriterien aktuell noch erfasst wird, ist das hier entwickelte Konzept diesen gedanklichen Schritt konsequent weiter gegangen und erleichtert PmMS mit diesem Programm eine aktive Teilhabe am sportlichen Leben.

Literatur

1. **Grzybowski C, Eils E.** Therapeutisches Klettern - kaum erforscht und dennoch zunehmend eingesetzt. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 2011;25(02):87,92.
2. **Buechter RB, Fechtelpeter D.** Climbing for preventing and treating health problems: a systematic review of randomized controlled trials. *Ger Med Sci* 2011;9:Doc19.
3. **Marziniak M, Meuth SG, Gold R, et al.** Multiple Sclerosis Update. *Aktuel Neurol* 2011;38(4):190-202.
4. **Tzschoppe R, Tallner A, Pfeifer K.** Körperliche Aktivität und Sport von Personen mit Multipler Sklerose – Barrieren und Förderfaktoren. *Neurol Rehabil* 2013;19((1)):47-55.
5. **Motl RW, Pilutti LA.** The benefits of exercise training in multiple sclerosis. *Nat Rev Neurol* 2012;8(9):487-497.
6. **van den Berg M, Dawes H, Wade DT, et al.** Treadmill training for individuals with multiple sclerosis: a pilot randomised trial. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 2006;77(4):531-533.
7. **White LJ, McCoy SC, Castellano V, et al.** Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2004;10(6):668-674.
8. **Andreasen AK, Stenager E, Dalgas U.** The effect of exercise therapy on fatigue in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2011;17(9):1041-1054.
9. **Blikman LJ, Huisstede BM, Kooijmans H, et al.** Effectiveness of energy conservation treatment in reducing fatigue in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2013;94(7):1360-1376.
10. **Stroud NM, Minahan CL.** The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health Qual Life Out* 2009;7.
11. **Velikonja O, Curic K, Ozura A, et al.** Influence of sports climbing and yoga on spasticity, cognitive function, mood and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Clinical neurology and neurosurgery* 2010;112(7):597-601.
12. **Oken BS, Kishiyama S, Zajdel D, et al.** Randomized controlled trial of yoga and exercise in multiple sclerosis. *Neurology* 2004;62(11):2058-2064.
13. **Waschbisch A, Tallner A, Pfeifer K, et al.** [Multiple sclerosis and exercise : effects of physical activity on the immune system]. *Der Nervenarzt* 2009;80(6):688-692.
14. **Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, et al.** Fatigue, mood and quality of life improve in MS patients after progressive resistance training. *Multiple sclerosis* 2010;16(4):480-490.
15. **Pfeifer K, Sudeck G, Geidl W, et al.** Bewegungsförderung und Sport in der Neurologie–Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit. *Neurol Rehabil* 2013;19(1):7-19.
16. **Hoffmann M.** *Klettern Technik, Taktik, Psyche.* 2., durchges. Aufl. ed. München: BLV-Buchverl., 2011.
17. **Boecker H.** *Klettern und Bergwandern.* Aachen: Meyer & Meyer, 2004.
18. **Heitkamp HC, Mayer F, Bohm S.** Effects of a climbing course on spine muscles in comparison to isokinetic strength training. *Aktuel Rheumatol* 1999;24(2):40-46.
19. **Heitkamp HC, Worner C, Horstmann T.** [Sport climbing with adolescents: effect on spine stabilising muscle strength]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 2005;19(1):28-32.
20. **Lazik D.** *Therapeutisches Klettern.* Stuttgart [u.a.]: Thieme, 2007.
21. **Motl RW, Snook EM, Schapiro RT.** Symptoms and physical activity behavior in individuals with multiple sclerosis. *Research in nursing & health* 2008;31(5):466-475.
22. **Dalgas U, Ingemann-Hansen T, Stenager E.** Physical Exercise and MS Recommendations. *International MS journal / MS Forum* 2009;16(1):5-11.
23. **Compston A, Coles A.** Multiple sclerosis. *Lancet* 2008;372(9648):1502-1517.
24. **Fox RJ, Bethoux F, Goldman MD, et al.** Multiple sclerosis: advances in understanding, diagnosing, and treating the underlying disease. *Cleveland Clinic journal of medicine* 2006;73(1):91-102.
25. **Wiendl H, Kieseier BC.** *Multiple Sklerose - Klinik, Diagnostik und Therapie:* Kohlhammer Verlag, 2010.
26. **Flachenecker P.** Epidemiology of neuroimmunological diseases. *Journal of neurology* 2006;253 Suppl 5:V2-8.

27. **Munger KL, Ascherio A.** Risk factors in the development of multiple sclerosis. Expert review of clinical immunology 2007;3(5):739-748.
28. **Kurtzke JF.** Multiple sclerosis in time and space--geographic clues to cause. Journal of neurovirology 2000;6 Suppl 2:S134-140.
29. **Goodin DS.** The causal cascade to multiple sclerosis: a model for MS pathogenesis. PloS one 2009;4(2):e4565.
30. **Hawkes CH.** Multiple sclerosis genetics is dead. Multiple sclerosis and related disorders 2013;2(3):156-161.
31. **Huynh JL, Casaccia P.** Epigenetic mechanisms in multiple sclerosis: implications for pathogenesis and treatment. Lancet neurology 2013;12(2):195-206.
32. **Banwell B, Ghezzi A, Bar-Or A, et al.** Multiple sclerosis in children: clinical diagnosis, therapeutic strategies, and future directions. Lancet neurology 2007;6(10):887-902.
33. **Chitnis T, Glanz B, Jaffin S, et al.** Demographics of pediatric-onset multiple sclerosis in an MS center population from the Northeastern United States. Multiple sclerosis 2009;15(5):627-631.
34. **Belman AL, Chitnis T, Renoux C, et al.** Challenges in the classification of pediatric multiple sclerosis and future directions. Neurology 2007;68(16 Suppl 2):S70-74.
35. **Thompson AJ.** Multiple sclerosis: rehabilitation measures. Seminars in neurology 1998;18(3):397-403.
36. **Flachenecker P, Stuke K, Elias W, et al.** Multiple Sclerosis Registry in Germany Results of the Extension Phase 2005/2006. Dtsch Arztebl Int 2008;105(7):113-119.
37. **Kern S, Kuhn M, Ziemssen T.** Chronically Ill and Unemployed? A Review on Vocational Status in Multiple Sclerosis. Fortschr Neurol Psyc 2013;81(2):95-103.
38. **Gronning M, Hannisdal E, Mellgren SI.** Multivariate analyses of factors associated with unemployment in people with multiple sclerosis. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry 1990;53(5):388-390.
39. **Khan F, McPhail T, Brand C, et al.** Multiple sclerosis: disability profile and quality of life in an Australian community cohort. International journal of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung Revue internationale de recherches de readaptation 2006;29(2):87-96.
40. **Gold R.** AWMF Leitlinie S2e - Diagnose und Therapie der Multiplen Sklerose. Secondary AWMF Leitlinie S2e - Diagnose und Therapie der Multiplen Sklerose 2014.
41. **Kobelt G, Berg J, Lindgren P, et al.** Costs and quality of life of multiple sclerosis in Germany. The European journal of health economics : HEPAC : health economics in prevention and care 2006;7 Suppl 2:S34-44.
42. **Flachenecker P, Rieckmann P.** Early intervention in multiple sclerosis: better outcomes for patients and society? Drugs 2003;63(15):1525-1533.
43. **Kesselring J.** Therapies in Multiple Sclerosis. Praxis 2013;102(17):1061-1067.
44. **Goldman MD, Cohen JA, Fox RJ, et al.** Multiple sclerosis: treating symptoms, and other general medical issues. Cleveland Clinic journal of medicine 2006;73(2):177-186.
45. **Tallner A, Mäurer M, Pfeifer K.** Multiple Sklerose und körperliche Aktivität. Der Nervenarzt 2013;84(10):1238-1244.
46. **Thompson AJ.** Symptomatic treatment in multiple sclerosis. Current opinion in neurology 1998;11(4):305-309.
47. **Frohman TC, Davis SL, Beh S, et al.** Uhthoff's phenomena in MS-clinical features and pathophysiology. Nature reviews Neurology 2013;9(9):535-540.
48. **Davis SL, Wilson TE, White AT, et al.** Thermoregulation in multiple sclerosis. J Appl Physiol (1985) 2010;109(5):1531-1537.
49. **Stutzer P, Kesselring J.** Wilhelm Uhthoff: a phenomenon 1853 to 1927. International MS journal / MS Forum 2008;15(3):90-93.
50. **Beer S, Khan F, Kesselring J.** Rehabilitation interventions in multiple sclerosis: an overview. Journal of neurology 2012;259(9):1994-2008.
51. **McDonald WI, Compston A, Edan G, et al.** Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. Annals of neurology 2001;50(1):121-127.
52. **Polman CH, Reingold SC, Banwell B, et al.** Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. Annals of neurology 2011;69(2):292-302.
53. **Gafson A, Giovannoni G, Hawkes CH.** The diagnostic criteria for multiple sclerosis: From Charcot to McDonald. Multiple sclerosis and related disorders 2012;1(1):9-14.
54. **Cohen JA, Cutter GR, Fischer JS, et al.** Use of the multiple sclerosis functional composite as an outcome measure in a phase 3 clinical trial. Archives of neurology 2001;58(6):961-967.

55. **Hobart J, Freeman J, Thompson A.** Kurtzke scales revisited: the application of psychometric methods to clinical intuition. *Brain : a journal of neurology* 2000;123 (Pt 5):1027-1040.
56. **Kurtzke JF.** Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983;33(11):1444-1452.
57. **Kurtzke JF.** Natural history and clinical outcome measures for multiple sclerosis studies. Why at the present time does EDSS scale remain a preferred outcome measure to evaluate disease evolution? *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology* 2000;21(6):339-341.
58. **Miller DM, Rudick RA, Cutter G, et al.** Clinical significance of the multiple sclerosis functional composite: relationship to patient-reported quality of life. *Archives of neurology* 2000;57(9):1319-1324.
59. **(DIMDI) DfMDul.** ICD-10-GM Systematisches Verzeichnis Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme - German Modification -. Secondary ICD-10-GM Systematisches Verzeichnis Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme - German Modification - 2014. <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2014/block-g35-g37.htm>.
60. **Kraft GH.** Rehabilitation still the only way to improve function in multiple sclerosis. *Lancet* 1999;354(9195):2016-2017.
61. **Lamprecht S.** *NeuroReha bei Multipler Sklerose*, 2008.
62. **Brown TR, Kraft GH.** Exercise and rehabilitation for individuals with multiple sclerosis. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 2005;16(2):513-555.
63. **Gold R, Hartung HP, Stangel M, et al.** Therapieziele von Basis- und Eskalationstherapien zur Behandlung der schubförmig-remittierenden Multiplen Sklerose. *Akt Neurol* 2012;39(07):342-350.
64. **Kinkel RP, Kollman C, O'Connor P, et al.** IM interferon beta-1a delays definite multiple sclerosis 5 years after a first demyelinating event. *Neurology* 2006;66(5):678-684.
65. **Andersson PB, Goodkin DE.** Glucocorticosteroid therapy for multiple sclerosis: a critical review. *Journal of the neurological sciences* 1998;160(1):16-25.
66. **Pollmann W, Busch C, Voltz R.** [Quality of life in multiple sclerosis. Measures, relevance, problems, and perspectives]. *Der Nervenarzt* 2005;76(2):154-169.
67. **Amato MP, Ponziani G, Rossi F, et al.** Quality of life in multiple sclerosis: the impact of depression, fatigue and disability. *Multiple sclerosis* 2001;7(5):340-344.
68. **Stevenson VL, Playford ED.** Rehabilitation and MS. *International MS journal / MS Forum* 2007;14(3):85-92.
69. **Skovgaard L, Bjerre L, Haahr N, et al.** An investigation of multidisciplinary complex health care interventions--steps towards an integrative treatment model in the rehabilitation of people with multiple sclerosis. *BMC complementary and alternative medicine* 2012;12:50.
70. **Henze T, Pette M, Riekmann P.** Symptomatische Therapien der Multiple Sklerose. Aktuelle Therapieempfehlung (August 2004), Multiple Sklerose Therapie Konsensus Gruppe (MSTKG): DMSG Bundesverband e.V., 2004:1-80.
71. **Wegener S, Marx I, Zettl UK.** [Cognitive deficits and dementia in patients with multiple sclerosis: status quo and open questions]. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie* 2013;81(11):639-647.
72. **Heesen C, Kopke S, Kasper J, et al.** Behavioral interventions in multiple sclerosis: a biopsychosocial perspective. *Expert review of neurotherapeutics* 2012;12(9):1089-1100.
73. **Aird RB.** [Recent results of multiple sclerosis research]. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 1957;82(27):1123-1126.
74. **Murray T.** *Multiple Sclerosis: The Historie of a Disease*. Demos Medical New York 2005.
75. **Tallner A, Pfeifer K.** Fitnesstraining bei Personen mit Multipler Sklerose. *neuroreha* 2012;4(04):162-169.
76. **Bosnak-Guclu M, Gunduz AG, Nazliel B, et al.** Comparison of functional exercise capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis with different disability levels and healthy controls. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine* 2012;44(1):80-86.
77. **Dalgas U, Stenager E.** Exercise and disease progression in multiple sclerosis: can exercise slow down the progression of multiple sclerosis? *Therapeutic advances in neurological disorders* 2012;5(2):81-95.
78. **Motl RW, Snook EM.** Physical activity, self-efficacy, and quality of life in multiple sclerosis. *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine* 2008;35(1):111-115.

79. **Kjølhed T, Vissing K, Dalgas U.** Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review. *Multiple sclerosis* 2012;18(9):1215-1228.
80. **Rietberg MB, Brooks D, Uitdehaag BM, et al.** Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochrane database of systematic reviews* 2005(1):CD003980.
81. **White LJ, Dressendorfer RH.** Exercise and multiple sclerosis. *Sports medicine* 2004;34(15):1077-1100.
82. **de Souza-Teixeira F, Costilla S, Ayan C, et al.** Effects of resistance training in multiple sclerosis. *International journal of sports medicine* 2009;30(4):245-250.
83. **Hayes HA, Gappmaier E, LaStayo PC.** Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *J Neurol Phys Ther* 2011;35(1):2-10.
84. **Motl RW.** Physical activity and its measurement and determinants in multiple sclerosis. *Minerva medica* 2008;99(2):157-165.
85. **Rietberg MB, van Wegen EE, Uitdehaag BM, et al.** The association between perceived fatigue and actual level of physical activity in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2011;17(10):1231-1237.
86. **Tallner A, Waschbisch A, Wenny I, et al.** Multiple sclerosis relapses are not associated with exercise. *Multiple sclerosis* 2012;18(2):232-235.
87. **Motl RW, Goldman MD, Benedict RH.** Walking impairment in patients with multiple sclerosis: exercise training as a treatment option. *Neuropsychiatric disease and treatment* 2010;6:767-774.
88. **Motl RW, McAuley E, Snook EM.** Physical activity and multiple sclerosis: a meta-analysis. *Multiple sclerosis* 2005;11(4):459-463.
89. **Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, et al.** Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation* 2013;27(9):813-822.
90. **Motl RW, Smith DC, Elliott J, et al.** Combined training improves walking mobility in persons with significant disability from multiple sclerosis: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2012;36(1):32-37.
91. **Pilutti LA, Greenlee TA, Motl RW, et al.** Effects of exercise training on fatigue in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Psychosomatic medicine* 2013;75(6):575-580.
92. **Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, et al.** Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *Neurology* 2009;73(18):1478-1484.
93. **Bjarnadottir OH, Konradsdottir AD, Reynisdottir K, et al.** Multiple sclerosis and brief moderate exercise. A randomised study. *Multiple sclerosis* 2007;13(6):776-782.
94. **White LJ, Castellano V.** Exercise and brain health--implications for multiple sclerosis: Part I--neuronal growth factors. *Sports medicine* 2008;38(2):91-100.
95. **White LJ, Castellano V.** Exercise and brain health--implications for multiple sclerosis: Part II--immune factors and stress hormones. *Sports medicine* 2008;38(3):179-186.
96. **Waschbisch A, Wenny I, Tallner A, et al.** Physical activity in multiple sclerosis: a comparative study of vitamin D, brain-derived neurotrophic factor and regulatory T cell populations. *European neurology* 2012;68(2):122-128.
97. **Castellano V, White LJ.** Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences* 2008;269(1-2):85-91.
98. **Pilutti LA, Dlugonski D, Pula JH, et al.** Weight status in persons with multiple sclerosis: implications for mobility outcomes. *Journal of obesity* 2012;2012:868256.
99. **Malnick SDH, Knobler H.** The medical complications of obesity. *Qjm-Int J Med* 2006;99(9):565-579.
100. **Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al.** Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012;380(9838):219-229.
101. **Organization WH.** Secondary 2013. <http://www.who.int/en/>.
102. **Schumacher J.** *Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden.* Göttingen [u.a.]: Hogrefe, Verl. für Psychologie, 2003.
103. **Baumstarck K, Boyer L, Boucekine M, et al.** Measuring the quality of life in patients with multiple sclerosis in clinical practice: a necessary challenge. *Multiple sclerosis international* 2013;2013:524894.
104. **Gold SM, Heesen C, Schulz H, et al.** Disease specific quality of life instruments in multiple sclerosis: validation of the Hamburg Quality of Life Questionnaire in Multiple Sclerosis (HAQUAMS). *Multiple sclerosis* 2001;7(2):119-130.
105. **Ravens-Sieberer U.** *Lebensqualität und Gesundheitsökonomie in der Medizin.* Landsberg: Ecomed, 2000.

106. **Baumstarck K, Pelletier J, Butzkueven H, et al.** Health-related quality of life as an independent predictor of long-term disability for patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *European journal of neurology : the official journal of the European Federation of Neurological Societies* 2013;20(6):907-914, e978-909.
107. **Turner AP, Kivlahan DR, Haselkorn JK.** Exercise and quality of life among people with multiple sclerosis: looking beyond physical functioning to mental health and participation in life. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2009;90(3):420-428.
108. **Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, et al.** Effects of exercise training on fitness, mobility, fatigue, and health-related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2013;94(9):1800-1828.e1803.
109. **Feinstein A, Rector N, Motl R.** Exercising away the blues: can it help multiple sclerosis-related depression? *Mult Scler J* 2013;19(14):1815-1819.
110. **Romberg A, Virtanen A, Ruitiainen J.** Long-term exercise improves functional impairment but not quality of life in multiple sclerosis. *Journal of neurology* 2005;252(7):839-845.
111. **Benito-Leon J, Morales JM, Rivera-Navarro J.** Health-related quality of life and its relationship to cognitive and emotional functioning in multiple sclerosis patients. *European journal of neurology : the official journal of the European Federation of Neurological Societies* 2002;9(5):497-502.
112. **Knorr C, Flachenecker P, Geiger H, et al.** Health-related quality of life in 1269 patients with multiple sclerosis: dissociation between physical and psychological wellbeing. *Multiple sclerosis* 2008;14:S144-S144.
113. **Petajan JH, Gappmaier E, White AT, et al.** Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Annals of neurology* 1996;39(4):432-441.
114. **Stuifbergen AK.** Health-promoting behaviors and quality of life among individuals with multiple sclerosis. *Scholarly inquiry for nursing practice* 1995;9(1):31-50; discussion 51-35.
115. **Solari A.** Role of health-related quality of life measures in the routine care of people with multiple sclerosis. *Health Qual Life Outcomes* 2005;3:16.
116. **Kuspinar A, Rodriguez AM, Mayo NE.** The effects of clinical interventions on health-related quality of life in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Multiple sclerosis* 2012;18(12):1686-1704.
117. **Motl RW, Sandroff BM, Benedict RH.** Cognitive dysfunction and multiple sclerosis: developing a rationale for considering the efficacy of exercise training. *Multiple sclerosis* 2011;17(9):1034-1040.
118. **Schulz D, Kopp B, Kunkel A, et al.** Cognition in the early stage of multiple sclerosis. *Journal of neurology* 2006;253(8):1002-1010.
119. **Achiron A, Barak Y.** Cognitive impairment in probable multiple sclerosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 2003;74(4):443-446.
120. **Amato MP, Ponziani G, Siracusa G, et al.** Cognitive dysfunction in early-onset multiple sclerosis: a reappraisal after 10 years. *Archives of neurology* 2001;58(10):1602-1606.
121. **Chelune GJ, Stone LA, Feisthamel KP, et al.** Selective memory deficits in multiple sclerosis as a function of gender and disease course. *Neurology* 2004;62(7):A486-A486.
122. **Sharma J, Sanfilippo MP, Benedict RH, et al.** Whole-brain atrophy in multiple sclerosis measured by automated versus semiautomated MR imaging segmentation. *AJNR American journal of neuroradiology* 2004;25(6):985-996.
123. **Penner IK, Kappos L, Rausch M, et al.** Therapy-induced plasticity of cognitive functions in MS patients: insights from fMRI. *Journal of physiology, Paris* 2006;99(4-6):455-462.
124. **Vogt A, Kappos L, Calabrese P, et al.** Working memory training in patients with multiple sclerosis - comparison of two different training schedules. *Restorative neurology and neuroscience* 2009;27(3):225-235.
125. **Rogers JM, Panegyres PK.** Cognitive impairment in multiple sclerosis: Evidence-based analysis and recommendations. *Journal of Clinical Neuroscience* 2007;14(10):919-927.
126. **Motl RW, Gappmaier E, Nelson K, et al.** Physical activity and cognitive function in multiple sclerosis. *Journal of sport & exercise psychology* 2011;33(5):734-741.
127. **Thurm F.** Körperliches Training als wichtiger Bestandteil der geriatrischen Neurorehabilitation. *neuroreha* 2012;4(04):156-160.
128. **Felbecker A, Reimers CD, Tettenborn B.** Einfluss körperlicher Aktivität auf kognitive Fähigkeiten bei der Multiplen Sklerose. *Neurol Rehabil* 2013;19(4):227-235.
129. **Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, et al.** The diagnostic accuracy of static posturography in predicting accidental falls in people with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair* 2013;27(1):45-52.

130. **Prosperini L, Pozzilli C.** The clinical relevance of force platform measures in multiple sclerosis: a review. *Multiple sclerosis international* 2013;2013:756564.
131. **Zettl UK, Henze T, Essner U, et al.** Burden of disease in multiple sclerosis patients with spasticity in Germany: mobility improvement study (Move I). *The European journal of health economics : HEPAC : health economics in prevention and care* 2013.
132. **Henze T, Flachenecker P, Zettl UK.** [Importance and treatment of spasticity in multiple sclerosis : results of the MOVE 1 study]. *Der Nervenarzt* 2013;84(2):214-222.
133. **Williams NP, Roland PS, Yellin W.** Vestibular evaluation in patients with early multiple sclerosis. *The American journal of otology* 1997;18(1):93-100.
134. **Perry J.** *Gait analysis- normal and pathological function.* 2. ed. ed. Thorofare, NJ: Slack, 2010.
135. **Pearson OR, Busse ME, van Deursen RW, et al.** Quantification of walking mobility in neurological disorders. *QJM : monthly journal of the Association of Physicians* 2004;97(8):463-475.
136. **Crenshaw SJ, Royer TD, Richards JG, et al.** Gait variability in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2006;12(5):613-619.
137. **Givon U, Zeilig G, Achiron A.** Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal-spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait & posture* 2009;29(1):138-142.
138. **Gianfrancesco MA, Triche EW, Fawcett JA, et al.** Speed- and cane-related alterations in gait parameters in individuals with multiple sclerosis. *Gait & posture* 2011;33(1):140-142.
139. **Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, et al.** Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair* 2013;27(6):516-525.
140. **Newman MA, Dawes H, van den Berg M, et al.** Can aerobic treadmill training reduce the effort of walking and fatigue in people with multiple sclerosis: a pilot study. *Multiple sclerosis* 2007;13(1):113-119.
141. **Garrett M, Hogan N, Larkin A, et al.** Exercise in the community for people with minimal gait impairment due to MS: an assessor-blind randomized controlled trial. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)* 2013;19(6):782-789.
142. **Beer S, Aschbacher B, Manoglou D, et al.** Robot-assisted gait training in multiple sclerosis: a pilot randomized trial. *Multiple sclerosis* 2008;14(2):231-236.
143. **Schwartz I, Sajin A, Moreh E, et al.** Robot-assisted gait training in multiple sclerosis patients: a randomized trial. *Multiple sclerosis* 2012;18(6):881-890.
144. **Snook EM, Motl RW.** Effect of exercise training on walking mobility in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Neurorehabilitation and neural repair* 2009;23(2):108-116.
145. **Silkwood-Sherer D, Warmbier H.** Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2007;31(2):77-84.
146. **Bronson C, Brewerton K, Ong J, et al.** Does hippotherapy improve balance in persons with multiple sclerosis: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine* 2010;46(3):347-353.
147. **Taylor NF, Dodd KJ, Prasad D, et al.** Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation* 2006;28(18):1119-1126.
148. **Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, et al.** Muscle fiber size increases following resistance training in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2010;16(11):1367-1376.
149. **Collett J, Dawes H, Meaney A, et al.** Exercise for multiple sclerosis: a single-blind randomized trial comparing three exercise intensities. *Multiple sclerosis* 2011;17(5):594-603.
150. **Tallner A, Tzschoppe R, Peters S, et al.** Internetgestützte Bewegungsförderung bei Personen mit Multipler Sklerose. *Neurol Rehabil* 2013;19((1)):35 – 46.
151. **DeBolt LS, McCubbin JA.** The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004;85(2):290-297.
152. **Dlugonski D, Motl RW, Mohr DC, et al.** Internet-delivered behavioral intervention to increase physical activity in persons with multiple sclerosis: sustainability and secondary outcomes. *Psychology, health & medicine* 2012;17(6):636-651.
153. **Mostert S, Kesselring J.** Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2002;8(2):161-168.
154. **Skjerbaek AG, Moller AB, Jensen E, et al.** Heat sensitive persons with multiple sclerosis are more tolerant to resistance exercise than to endurance exercise. *Multiple sclerosis* 2013;19(7):932-940.
155. **Rao SM, Leo GJ, Bernardin L, et al.** Cognitive dysfunction in multiple sclerosis. I. Frequency, patterns, and prediction. *Neurology* 1991;41(5):685-691.

156. **Wang JL, Reimer MA, Metz LM, et al.** Major depression and quality of life in individuals with multiple sclerosis. *International journal of psychiatry in medicine* 2000;30(4):309-317.
157. **Radloff LS.** The CES-D scale a self-report depression scale for research in the general population. *Applied psychological measurement* 1977;1(3):385-401.
158. **Knochel C, Oertel-Knochel V, O'Dwyer L, et al.** Cognitive and behavioural effects of physical exercise in psychiatric patients. *Progress in neurobiology* 2012;96(1):46-68.
159. **Scully D, Kremer J, Meade MM, et al.** Physical exercise and psychological well being: a critical review. *British journal of sports medicine* 1998;32(2):111-120.
160. **Lukowski T.** Sport und Psyche. Positive psychische Wirkung und wichtiger Therapiebaustein. *Der Neurologe & Psychiater* 2013;14(7-8):48-52.
161. **Flachenecker P, Muller G, Konig H, et al.** ["Fatigue" in multiple sclerosis. Development and validation of the "Wurzburger Fatigue Inventory for MS"]. *Der Nervenarzt* 2006;77(2):165-166, 168-170, 172-164.
162. **Branas P, Jordan R, Fry-Smith A, et al.** Treatments for fatigue in multiple sclerosis: a rapid and systematic review. *Health technology assessment* 2000;4(27):1-61.
163. **Induruwa I, Constantinescu CS, Gran B.** Fatigue in multiple sclerosis - a brief review. *Journal of the neurological sciences* 2012;323(1-2):9-15.
164. **Motl RW, McAuley E, Wynn D, et al.** Effects of change in fatigue and depression on physical activity over time in relapsing-remitting multiple sclerosis. *Psychology, health & medicine* 2011;16(1):1-11.
165. **Kotterba S, Eren E, Fangerau T, et al.** [Sleepiness and fatigue in multiple sclerosis - comparison of different measuring instruments]. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie* 2003;71(11):590-594.
166. **McCabe MP.** Mood and self-esteem of persons with multiple sclerosis following an exacerbation. *Journal of psychosomatic research* 2005;59(3):161-166.
167. **Ozura A, Erdberg P, Segal S.** Personality characteristics of multiple sclerosis patients: a Rorschach investigation. *Clinical neurology and neurosurgery* 2010;112(7):629-632.
168. **Stiller J, Alfermann D.** Selbstkonzept im Sport. *Zeitschrift für Sportpsychologie* 2005;12(4):119-126.
169. **Riazi A, Thompson AJ, Hobart JC.** Self-efficacy predicts self-reported health status in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2004;10(1):61-66.
170. **Lamprecht T.** Klettern mit geistig behinderten Menschen: ein Lehr- und Lernkonzept mit praktischen Übungsbeispielen. Verlag ars una, Neuried 1999.
171. **Scharler D.** Therapeutisches Klettern. Alpenfeeling in der Praxis. *Physiopraxis* 2004;3(7-8):40-43.
172. **Schnitzler EE.** [Letting go in order to move on--clinical report: therapeutic climbing in psychosomatic rehabilitation]. *Die Rehabilitation* 2009;48(1):51-58.
173. **Reiter M, Heimbeck A, Müller M, et al.** Angst- und Zwangsstörungen. *Bewegungstherapie und therapeutische Klettern. DNP (Der Neurologe & Psychiater)* 2014;15(3):62-65.
174. **Kümin C, Kümin M, Lietha A.** *Sportklettern, Einstieg zum Aufstieg*. Bern, Stuttgart, New York, NY: Verl. SVSS Thieme, 1997.
175. **Schoeffl V, Schoeffl, I.** Sportarten der World Games - Wettkampfklettern. *SportOrthoTrauma* 2012;28:22-28.
176. **Winter S.** *Sportklettern mit Kindern und Jugendlichen-Training für Freizeit, Schule und Verein*. München [u.a.]: BLV, 2000.
177. **Bourdin C, Teasdale N, Nougier V.** Attentional demands and the organization of reaching movements in rock climbing. *Research quarterly for exercise and sport* 1998;69(4):406-410.
178. **Schmied J, Schweinheim F.** *Sportklettern*. München: Bruckmann, 1996.
179. **Braun I.** [Heilsamer Abgrund. Klettern als Therapie.]. *Alpenvereinsjahrbuch BERG '99* 1999;Band 123:169-176.
180. **Niggehoff S.** Klettern als erlebnispädagogisches Medium in der entwöhnungsbehandlung Drogenabhängiger. *Praxis der Psychomotorik* 2003;28(3):191-195.
181. **Scharler D, Nepper HU.** Klettern im Rahmen der Rehabilitation - Grundsätze, Prinzipien und Beispiele. *Die Säule* 2000;16(1):22-25.
182. **Kern C.** [Klettern mit Multiple Sklerose. Therapieoption oder nur ein Traum?]. *erleben&lernen* 2010;5:27-31.
183. **Lubach S.** Therapeutisches Klettern mit neurologischen Patienten. *Physiotherapie med* 2004;9(1):41-44.
184. **McClelland C.** "Therapeutic climbing": a fun approach to pediatric physical therapy. *Physical therapy* 2003.
185. **Lukowski T.** Therapeutisches Klettern. *erleben&lernen* 2010;3:19-21.
186. **Scharler D.** Klettern im Rahmen der Physiotherapie. *Abstract Physiokongress* 2005.

187. **Reimann G.** Therapeutisches Klettern bei Multipler Sklerose. Zeitschrift für Physiotherapeuten 2011;5:60-63.
188. **Wallner S.** [Psychological Climbing. Climbing as an instrument of Clinical and Health Psychological Treatment]. Psychologie in Österreich 2010;5:396-404.
189. **Esser I, Bartik F.** Klettern in der ergotherapeutischen Praxis. Ergotherapie & Rehabilitation 2002;3:17-25.
190. **Trinks S, Kern C, Peters C.** Therapeutisches Klettern in der Rehabilitation-Eine Bestandsaufnahme. Praxis Physiotherapie 2010;3:158-162.
191. **Meinel K.** *Bewegungslehre - Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt.* 11. überarb. u. erw. Aufl. ed. Aachen: Meyer & Meyer, 2007.
192. **Kultus BSfUu.** Lehrplan für die bayerische Grundschule. Secondary Lehrplan für die bayerische Grundschule 2000. http://www.kinderturnstiftung-bw.de/sites/default/files/Lehrplan_Grundschule_Bayern.pdf.
193. **Semmel CR.** *DAV-Ausbilderhandbuch. Praxis und Theorie, methodische Hilfestellung und aktuelle Standards im Bergsport.* 1. Aufl ed. München: Deutscher Alpenverein e.V., 2005.
194. **Hofferer M, Royer S.** Klettern mit Kindern mit Problemverhalten... ... in der kommunikationspädagogisch-kinderpsychotherapeutischen Behandlung. Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik 2001(3):7-14.
195. **Lillote R.** Psychomotorische Entwicklungsförderung am Beispiel eines Kletterprojekts in einem offenen, integrativen Kinder- und Jugendhaus. Praxis der Psychomotorik 2003;28(3):177-186.
196. **Mollenhauer A, Doll N.** Therapeutisches Klettern in der Akutpsychiatrie. Pflegewissenschaft 2011;9:453-461.
197. **Schüle K.** *Grundlagen der Sporttherapie-Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation.* 2., überarb. Aufl. ed. München [u.a.]: Elsevier, Urban & Fischer, 2004.
198. **Egger JW.** Das biopsychosoziale Krankheitsmodell. Psychologische Medizin 2005;16(2):3-12.
199. **Brunner S.** Klettern als Therapie. BIO Gesundheit für Körper Geist und Seele 2008;4:76-79.
200. **Bourdin C, Teasdale N, Nougier V.** High postural constraints affect the organization of reaching and grasping movements. Experimental brain research Experimentelle Hirnforschung Experimentation cerebrale 1998;122(3):253-259.
201. **Hüter-Becker A.** Das neue Denkmodell in der Physiotherapie Band 2: Bewegungsentwicklung, Bewegungskontrolle. 1 ed. Stuttgart: Thieme, 2005:385.
202. **Hüter-Becker A.** *Das neue Denkmodell in der Physiotherapie: Band 1: Bewegungssystem.* 3 ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme, 2013.
203. **Caprano R, Sinz H.** Therapeutisches Klettern - ein Fallbericht. Hoch hinaus an der Kletterwand. Physiopraxis 2008;3: 36-39.
204. **Kittel R, Jockel B, Gruber M.** Übungsgestaltung und Belastungssteuerung beimtherapeutischen Klettern - das Modell der Stabilisierungsvierecke und Belastungsdreiecke. Bewegungstherapie und Gesundheitssport 2010;26:126-130.
205. **Grant S, Hasler T, Davies C, et al.** A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. Journal of sports sciences 2001;19(7):499-505.
206. **Engbert K, Weber M.** The effects of therapeutic climbing in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. Spine 2011;36(11):842-849.
207. **Koukoubis TD, Cooper LW, Glisson RR, et al.** An electromyographic study of arm muscles during climbing. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 1995;3(2):121-124.
208. **Cutts A, Bollen SR.** Grip strength and endurance in rock climbers. Proc Inst Mech Eng H 1993;207(2):87-92.
209. **Wong EK, Ng GY.** Isokinetic work profile of shoulder flexors and extensors in sport climbers and nonclimbers. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy 2008;38(9):572-577.
210. **Testa M, Martin L, Debu B.** 3D analysis of posturo-kinetic coordination associated with a climbing task in children and teenagers. Neuroscience letters 2003;336(1):45-49.
211. **Muehlbauer T, Stuerchler M, Granacher U.** Effects of Climbing on Core Strength and Mobility in Adults. International journal of sports medicine 2012;33(6):445-451.
212. **Köstermeyer G.** *Go climb a rock!*, 2001.
213. **Watts PB, Joubert LM, Lish AK, et al.** Anthropometry of young competitive sport rock climbers. British journal of sports medicine 2003;37(5):420-424.
214. **Keller P, Schweizer A.** *Vertical secrets : Technik - Training - Medizin. Fundiertes Wissen = Erfolgreicher klettern.* 2. Aufl. ed. Zürich: Turntillburn, 2009.

215. **Köstermeyer G, Tusker F.** *Sportklettern. Technik- und Taktiktraining.* 1. Aufl. ed. München: Lochner, 1997.
216. **Bertuzzi RC, Franchini E, Kokubun E, et al.** Energy system contributions in indoor rock climbing. *European journal of applied physiology* 2007;101(3):293-300.
217. **Gaulrapp H, Eckstein S, Auracher M.** [Bilateral fracture of the calcaneus in a paraglider: Rehabilitation through climbing therapy]. *Phys Med Rehab Kuror* 2000;10(2):65-70.
218. **Schweizer A, Bircher HP, Kaelin X, et al.** Functional ankle control of rock climbers. *British journal of sports medicine* 2005;39(7):429-431.
219. **Grant S, Hynes V, Whittaker A, et al.** Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of sports sciences* 1996;14(4):301-309.
220. **Mermier CM, Janot JM, Parker DL, et al.** Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British journal of sports medicine* 2000;34(5):359-365; discussion 366.
221. **Winter S.** Ich sehe was, was Du nicht siehst! Gedanken über verschiedene Betrachtungsweisen des Kletterns. *Alpenvereinsjahrbuch BERG '99* 1999;123:161-168.
222. **Hepp T.** *Wolfgang Güllich- Leben in der Senkrechten: eine Biographie.* Rosenheim: Rosenheimer Verl.-Haus, 1993.
223. **Janot JM, Steffen JP, Porcari JP, et al.** Heart Rate Responses And Percieved Exertion For Beginner and Recreational Sport Climbers During Indoor Climbing. *Journal of Exercise Physiology* 2000;3(1):1-7.
224. **Neumann U.** *Lizenz zum Klettern 2.0.* [2., überarb. Aufl.] ed. Köln: Udini Verl., 2001.
225. **Fleissner H, Sternat D, Seiwald S, et al.** Therapeutic climbing improves independence, mobility and balance in geriatric patients. *Euro J Ger* 2010;12(1):12-16.
226. **Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al.** American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise* 2011;43(7):1334-1359.
227. **Rodio A, Fattorini L, Rosponi A, et al.** Physiological adaptation in noncompetitive rock climbers: good for aerobic fitness? *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2008;22(2):359-364.
228. **Vetter K.** Die Herzfrequenzbelastung beim Sportklettern mit Anfängern. *Trainingswissenschaften im Freizeitsport.* Czwalina, Hamburg: Ferrauti, A. Remmert, H., 2006:217-220.
229. **Klein P, Schunk E.** *Klettern.* Schorndorf: Hofmann, 2005.
230. **Stoll O, Braun R, Schmidt C, et al.** Differenzielle Effekte von primärpräventiver, sportlicher Aktivität auf Ängstlichkeit, psychosomatische Beschwerden, Selbstwirksamkeit, soziale Unterstützung und Körperkonzept. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2004;20:12-17.
231. **Mazzoni ER, Purves PL, Southward J, et al.** Effect of Indoor Wall Climbing on Self-Efficacy and Self-Perceptions of Children With Special Needs. *Adapt Phys Act Q* 2009;26(3):259-273.
232. **Kern C.** *Klettern mit Multipler Sklerose:* Deutscher Alpenverein, 2011.
233. **Mehl K, Wolf M.** Erfahrungsorientiertes Lernen in der Psychotherapie. *Psychotherapeut* 2008;53(1):35-42.
234. **Freese J.** *Medizinische Fitness. Das Reha-Manual für Therapie, Fitness und Leistungssport.* 1. Aufl. ed. [Köln]: Eigenverl. des Autors, 2001.
235. **Müller-Rochholz E.** Klettern für Soft Skills. *Sportpädagogik* 2010;5:20-23.
236. **Neumann P, Kößler C.** Didaktische Impulse zum Klettern im Schulsport. *Sportpädagogik* 2010;5:2-7.
237. **Deffner C.** Klettern macht stark! Förderung der kindlichen Selbstkonzeptentwicklung durch Klettern. *Motorik: Zeitschrift für Motopädagogik und Mototherapie* 2009; 32(3):159-164.
238. **Scharler D.** Funktionelles Klettern im Rahmen des Schulsports. *Lernhilfen für den Sportunterricht* 2004;53(4):7-9.
239. **Neumann U.** *Lizenz zum Klettern.* [4. Aufl.] ed. Köln: Udini Verl., 2010.
240. **Hachen S.** Physiotherapie Therapeutisches Klettern. *Secondary Physiotherapie Therapeutisches Klettern.* <http://www.sauerlandklinik-hachen.de/therapien/physiotherapie/therapeutisches-klettern/>.
241. **Lukowski T.** Ausbildung zum therapeutischen Klettern. *erleben&lernen* 2011;3&4:58-59.
242. **Kern C, Elmenhorst J, Oberhoffer R.** [Effect of sport climbing on patients with multiple sclerosis – hints or evidence?]. *Neurol Rehabil* 2013;19 ((4)):247-256.
243. **Raschner C, Lernbert S, Platzer HP, et al.** S3-Check - Evaluation and generation of normal values of a test for balance ability and postural stability. *Sportverletz Sportsch* 2008;22(2):100-105.
244. **Motl RW, Arnett PA, Smith MM, et al.** Worsening of symptoms is associated with lower physical activity levels in individuals with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2008;14(1):140-142.

245. **Motl RW, Snook EM, Wynn DR, et al.** Physical activity correlates with neurological impairment and disability in multiple sclerosis. *The Journal of nervous and mental disease* 2008;196(6):492-495.
246. **World Health Organization.** *International classification of functioning, disability and health ICF.* Geneva: World Health Organization, 2001.
247. **Kesselring J, Coenen M, Cieza A, et al.** Developing the ICF Core Sets for multiple sclerosis to specify functioning. *Multiple sclerosis* 2008;14(2):252-254.
248. **Stucki G, Grimby G.** Applying the ICF in medicine. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine* 2004(44 Suppl):5-6.
249. **Berno S, Coenen M, Leib A, et al.** Validation of the Comprehensive International Classification of Functioning, Disability, and Health Core Set for multiple sclerosis from the perspective of physicians. *Journal of neurology* 2012;259(8):1713-1726.
250. **Berno S.** Validation of the comprehensive ICF core set for multiple sclerosis: the perspective of physicians. München, Univ., Diss., 2010, 2010.
251. **Information DlfMDu.** Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit Secondary Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit 2014.
<http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/icf/kodesuche/onlinefassungen/icfhtml2005/index.htm>.
252. **Giraud B, M. S.** *Qualifikationsanforderungen: Übungsleiter/in Rehabilitationssport.* Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) e.V., 2012.
253. **Petri B.** Reha-Info 1/2012. *Rehabilitation* 2012;51(01):e1-e1.
254. **Glaeske G, Schicktanz C.** Arzneimittelreport 2010. Secondary Arzneimittelreport 2010 2010. <https://presse.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Infothek/Studien-und-Reports/Arzneimittelreport/Einstieg-Arzneimittelreport.html>.
255. **Bongartz M.** Therapeutisches Klettern. *Physiokongress* 2006.
256. **Hauchecorne K.** Bewertung von alpinen Klettertouren im Fels. *bergundsteigen* 2005;2:24.
257. **Schoffl VR, Kuepper T.** Injuries at the 2005 World Championships in Rock Climbing. *Wilderness Environ Med* 2006;17(3):187-190.
258. **Schweizer A.** Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Med Wkly* 2012;142.
259. **Käser T.** Erkundungsstudie vom Klettern mit MS-Patienten, 2005.
260. **Weinberger R.** Einfluss von therapeutischem Klettern auf MS-typische Symptome anhand der subjektiven Einschätzung der Teilnehmer von „MS on the rocks“, 2011.
261. **Graf M.** Die Veränderung der Körpertemperatur beim Klettern bei Patienten mit Multipler Sklerose im Zusammenhang mit dem subjektiven Belastungsempfinden, 2012.
262. **Kern C, Bühlmeier K, Käser T, et al.** Multiple sclerosis and therapeutic climbing: an interventional long term pilot study indicates beneficial effects. *EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE.* Lausanne, Switzerland, 2006.
263. **Fischer JS, Jak A, Kniker J, et al.** Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC): administration and scoring manual. National Multiple Sclerosis Society 2001.
264. **Fischer JS, Rudick RA, Cutter GR, et al.** The Multiple Sclerosis Functional Composite Measure (MSFC): an integrated approach to MS clinical outcome assessment. National MS Society Clinical Outcomes Assessment Task Force. *Multiple sclerosis* 1999;5(4):244-250.
265. **Cutter GR, Baier ML, Rudick RA, et al.** Development of a multiple sclerosis functional composite as a clinical trial outcome measure. *Brain : a journal of neurology* 1999;122 (Pt 5):871-882.
266. **Fischer JS, LaRocca NG, Miller DM, et al.** Recent developments in the assessment of quality of life in multiple sclerosis (MS). *Multiple sclerosis* 1999;5(4):251-259.
267. **Kaufman M, Moyer D, Norton J.** The significant change for the Timed 25-foot Walk in the multiple sclerosis functional composite. *Multiple sclerosis* 2000;6(4):286-290.
268. **Gronwall DM.** Paced auditory serial-addition task: a measure of recovery from concussion. *Perceptual and motor skills* 1977;44(2):367-373.
269. **Scherer P, Penner IK, Rohr A, et al.** The Faces Symbol Test, a newly developed screening instrument to assess cognitive decline related to multiple sclerosis: first results of the Berlin Multi-Centre FST Validation Study. *Multiple sclerosis* 2007;13(3):402-411.
270. **Penner IK.** Hirnleistungsstörung bei Multipler Sklerose. *Neurologie* 2009;1:28-31.
271. **Socie MJ, Sosnoff JJ.** Gait variability and multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international* 2013;2013:645197.
272. **Götz-Neumann K.** *Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie.* 2., unveränd. Aufl. ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme, 2006.
273. **Jackson RT, Epstein CM, De l'Aune WR.** Abnormalities in posturography and estimations of visual vertical and horizontal in multiple sclerosis. *The American journal of otology* 1995;16(1):88-93.

274. **Daley ML, Swank RL.** Quantitative posturography: use in multiple sclerosis. *IEEE transactions on bio-medical engineering* 1981;28(9):668-671.
275. **Nelson SR, Di Fabio RP, Anderson JH.** Vestibular and sensory interaction deficits assessed by dynamic platform posturography in patients with multiple sclerosis. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1995;104(1):62-68.
276. **Karst GM, Venema DM, Roehrs TG, et al.** Center of pressure measures during standing tasks in minimally impaired persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther* 2005;29(4):170-180.
277. **Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ, et al.** Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple sclerosis* 2006;12(5):620-628.
278. **Kanekar N, Lee YJ, Aruin AS.** Effect of light finger touch in balance control of individuals with multiple sclerosis. *Gait & posture* 2013.
279. **Frzovic D, Morris ME, Vowels L.** Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2000;81(2):215-221.
280. **Gruber D, T. H, Lutz M.** MFT S3 Testleitung. *Secondary MFT S3 Testleitung* 2007.
281. **Schwarzer R, Jerusalem M.** Generalized self-efficacy scale. *Measures in health psychology: A user's portfolio Causal and control beliefs* 1995;1:35-37.
282. **Schütz A, Sellin I.** *Multidimensionale Selbstwertskala: MSWS ; Manual*: Hogrefe, 2006.
283. **Flachenecker P, Kumpfel T, Kallmann B, et al.** Fatigue in multiple sclerosis: a comparison of different rating scales and correlation to clinical parameters. *Multiple sclerosis* 2002;8(6):523-526.
284. **Schwarzer R, Mueller J, Greenglass E.** Assessment of perceived general self-efficacy on the Internet: Data collection in cyberspace. *Anxiety, Stress and Coping* 1999;12(2):145-161.
285. **Luszczynska A, Scholz U, Schwarzer R.** The general self-efficacy scale: Multicultural validation studies. *The Journal of psychology* 2005;139(5):439-457.
286. **Schwarzer R, Bassler J, Kwiatek P, et al.** The assessment of optimistic self-beliefs: Comparison of the German, Spanish, and Chinese versions of the general self-efficacy scale. *Appl Psychol-Int Rev* 1997;46(1):69-88.
287. **Hautzinger MBM.** *ADS - Allgemeine Depressionsskala*. Göttingen: Beltz, 2003.
288. **Kleinert J, Wilczkowiak IU.** [Clinical findings, emotional mood and pain-management as predictive variables of the healing process at patients with supination trauma of the ankle joints]. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin* 2001;52(2):57-62.
289. **Kleinert J.** Adjektivliste zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV). *Zeitschrift für Sportpsychologie* 2006;13(4):156-164.
290. **Kleinert J.** Skala zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV) Secondary Skala zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV) 2004. <http://www.assessment-info.de/assessment/seiten/datenbank/vollanzeige/vollanzeige-de.asp?vid=3>.
291. **Kleinert J, Liesenfeld M.** Dimensionen der erlebten körperlichen Verfassung (EKV). Kleinert, J und Liesenfeld, M (2001) Dimensionen der erlebten körperlichen Verfassung (EKV) In: JR Nitsch und H Allmer: Denken, Sprechen, Bewegen (32 Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie vom 1-3 Juni 2000 in Köln, S 283-289) Köln: bps 2001:283-289.
292. **Borg G.** Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International journal of sports medicine* 1982;3(3):153-158.
293. **Borg G.** Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine* 1970;2(2):92-98.
294. **Lollgen H, Lollgen D.** [Physical activity and prevention of disease]. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 2004;129(19):1055-1056.
295. **Bühner M, Ziegler M.** *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München [u.a.]: Pearson Studium, 2009.
296. **Scherer P, Baum K, Bauer H, et al.** [Normalization of the Brief Repeatable Battery of Neuropsychological tests (BRB-N) for German-speaking regions. Application in relapsing-remitting and secondary progressive multiple sclerosis patients]. *Der Nervenarzt* 2004;75(10):984-990.
297. **Petajan JH, White AT.** Recommendations for physical activity in patients with multiple sclerosis. *Sports medicine* 1999;27(3):179-191.
298. **Klotz L, Wiendl H.** Multiple Sclerosis Update. *Aktuel Neurol* 2012;39(3):116-126.
299. **Watts P, Newbury V, Sulentic J.** Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 1996;36(4):255-260.
300. **Watts PB.** Physiology of difficult rock climbing. *European journal of applied physiology* 2004;91(4):361-372.

301. **Liepert J.** Neurorehabilitation after Stroke: Review of Current Concepts and Future Developments. *Klin Neurophysiol* 2013;44(4):223-234.
302. **Kleinert J, Wunderlich A.** Befindlichkeitseffekte im gesundheitsorientierten Fitnesssport. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2006;22(01):6-12.
303. **Skjerbak AG, Moller AB, Jensen E, et al.** Heat sensitive persons with multiple sclerosis are more tolerant to resistance exercise than to endurance exercise. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)* 2013;19(7):932-940.
304. **Sosnoff JJ, Sandroff BM, Pula JH, et al.** Falls and physical activity in persons with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international* 2012;2012:315620.
305. **Collett J, Dawes H, Cavey A, et al.** Hydration and independence in activities of daily living in people with multiple sclerosis: a pilot investigation. *Disability and rehabilitation* 2011;33(19-20):1822-1825.
306. **Bandura A.** Health promotion by social cognitive means. *Health education & behavior : the official publication of the Society for Public Health Education* 2004;31(2):143-164.
307. **Morris KS, McAuley E, Motl RW.** Self-efficacy and environmental correlates of physical activity among older women and women with multiple sclerosis. *Health education research* 2008;23(4):744-752.
308. **Wiles CM, Newcombe RG, Fuller KJ, et al.** Controlled randomised crossover trial of the effects of physiotherapy on mobility in chronic multiple sclerosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 2001;70(2):174-179.
309. **Stroud N, Minahan C, Sabapathy S.** The perceived benefits and barriers to exercise participation in persons with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation* 2009;31(26):2216-2222.
310. **Pedersen BK, Saltin B.** Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2006;16 Suppl 1:3-63.
311. **Rosenstock IM, Strecher VJ, Becker MH.** Social learning theory and the Health Belief Model. *Health education quarterly* 1988;15(2):175-183.
312. **Liu YH, Vaghjani V, Tee JY, et al.** Amniotic epithelial cells from the human placenta potently suppress a mouse model of multiple sclerosis. *PloS one* 2012;7(4):e35758.
313. **Gacias M, Casaccia P.** Promoting return of function in multiple sclerosis: An integrated approach. *Multiple sclerosis and related disorders* 2013;2(4).
314. **Karhula ME, Kanelisto KJ, Ruutiainen J, et al.** The activities and participation categories of the ICF Core Sets for multiple sclerosis from the patient perspective. *Disability and rehabilitation* 2013;35(6):492-497.
315. **Thurm F.** Neuronale Wirkmechanismen körperlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit. *Neurol Rehabil* 2013 2013;19(4):221-226.
316. **Flachenecker P, Stuke K, Zettl UK, et al.** MS register in Germany 2008: symptoms of multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2008;14:S64-S64.
317. **Benedict RH, Holtzer R, Motl RW, et al.** Upper and lower extremity motor function and cognitive impairment in multiple sclerosis. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS* 2011;17(4):643-653.
318. **Sosnoff JJ, Socie MJ, Sandroff BM, et al.** Mobility and cognitive correlates of dual task cost of walking in persons with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation* 2013.
319. **Sosnoff JJ, Balantrapu S, Pilutti LA, et al.** Cognitive processing speed is related to fall frequency in older adults with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2013;94(8):1567-1572.
320. **Socie MJ, Sandroff BM, Pula JH, et al.** Footfall placement variability and falls in multiple sclerosis. *Annals of biomedical engineering* 2013;41(8):1740-1747.
321. **Boes MK, Sosnoff JJ, Socie MJ, et al.** Postural control in multiple sclerosis: Effects of disability status and dual task. *Journal of the neurological sciences* 2012;315(1-2):44-48.
322. **Jacobs JV, Kasser SL.** Effects of dual tasking on the postural performance of people with and without multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of neurology* 2012;259(6):1166-1176.
323. **O'Shea S, Morris ME, Iansek R.** Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical therapy* 2002;82(9):888-897.
324. **Karnath H-O.** *Kognitive Neurologie*. Stuttgart [u.a.]: Thieme, 2006.
325. **Penner IK, Kappos L.** Retraining attention in MS. *Journal of the neurological sciences* 2006;245(1-2):147-151.
326. **Parisi L, Rocca MA, Mattioli F, et al.** Changes of brain resting state functional connectivity predict the persistence of cognitive rehabilitation effects in patients with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* 2013.

327. **Mattioli F, Stampatori C, Scarpazza C, et al.** Persistence of the effects of attention and executive functions intensive rehabilitation in relasing remitting multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders* 2012;1(4):168-173.
328. **Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ.** The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004;85(10):1694-1704.
329. **Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, et al.** Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences* 2003;58(2):176-180.
330. **Colcombe S, Kramer AF.** Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological science* 2003;14(2):125-130.
331. **Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M, et al.** Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical rehabilitation* 2007;21(9):771-781.
332. **Cattaneo D, De Nuzzo C, Fascia T, et al.** Risks of falls in subjects with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2002;83(6):864-867.
333. **Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW.** Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. *Gait & posture* 2012;36(1):154-156.
334. **Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, et al.** Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2005;86(9):1824-1829.
335. **Cantalloube S, Monteil I, Lamotte D, et al.** [Strength, postural and gait changes following rehabilitation in multiple sclerosis: a preliminary study]. *Annales de readaptation et de medecine physique : revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique* 2006;49(4):143-149.
336. **Nilsagard YE, Forsberg AS, von Koch L.** Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple sclerosis* 2013;19(2):209-216.
337. **Motl RW, Pilutti L, Sandroff BM, et al.** Accelerometry as a measure of walking behavior in multiple sclerosis. *Acta neurologica Scandinavica* 2013;127(6):384-390.
338. **Sosnoff JJ, Socie MJ, Boes MK, et al.** Does a waist-worn ActiGraph accelerometer quantify community ambulation in persons with multiple sclerosis? *Journal of rehabilitation research and development* 2012;49(9):1405-1409.
339. **Pilutti LA, Dlugonski D, Sandroff BM, et al.** Further validation of multiple sclerosis walking scale-12 scores based on spatiotemporal gait parameters. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2013;94(3):575-578.
340. **Motl RW, Weikert M, Suh Y, et al.** Accuracy of the actibelt((R)) accelerometer for measuring walking speed in a controlled environment among persons with multiple sclerosis. *Gait & posture* 2012;35(2):192-196.
341. **Pike J, Jones E, Rajagopalan K, et al.** Social and economic burden of walking and mobility problems in multiple sclerosis. *BMC neurology* 2012;12:94.
342. **Cameron MH, Horak FB, Herndon RR, et al.** Imbalance in multiple sclerosis: a result of slowed spinal somatosensory conduction. *Somatosensory & motor research* 2008;25(2):113-122.
343. **Prosperini L, Kouleridou A, Petsas N, et al.** The relationship between infratentorial lesions, balance deficit and accidental falls in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences* 2011;304(1-2):55-60.
344. **Soyuer F, Mirza M, Erkorkmaz U.** Balance performance in three forms of multiple sclerosis. *Neurological research* 2006;28(5):555-562.
345. **McCullagh R, Fitzgerald AP, Murphy RP, et al.** Long-term benefits of exercising on quality of life and fatigue in multiple sclerosis patients with mild disability: a pilot study. *Clinical rehabilitation* 2008;22(3):206-214.
346. **Speck RM, Courneya KS, Masse LC, et al.** An update of controlled physical activity trials in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Journal of cancer survivorship : research and practice* 2010;4(2):87-100.
347. **Fox KR.** The influence of physical activity on mental well-being. *Public health nutrition* 1999;2(3A):411-418.
348. **Dlugonski D, Motl RW.** Possible antecedents and consequences of self-esteem in persons with multiple sclerosis: preliminary evidence from a cross-sectional analysis. *Rehabilitation psychology* 2012;57(1):35-42.
349. **Myers DG.** *Psychologie. 2., erw. und aktualisierte Aufl.* ed. Heidelberg: Springer, 2008.
350. **Conzelmann A.** *Sport und Selbstkonzept. Struktur, Dynamik und Entwicklung.* Schorndorf: Hofmann, 2008.

351. **Fox KR.** Self-esteem, self-perceptions and exercise. *Int J Sport Psychol* 2000;31(2):228-240.
352. **Mann M, Hosman CM, Schaalma HP, et al.** Self-esteem in a broad-spectrum approach for mental health promotion. *Health education research* 2004;19(4):357-372.
353. **Sonstroem RJ.** Physical self-concept: Assessment and external validity. *Exercise Sport Sci R* 1998;26:133-164.
354. **Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, et al.** Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychology and aging* 2005;20(2):272-284.
355. **Suh Y, Weikert M, Dlugonski D, et al.** Physical activity, social support, and depression: possible independent and indirect associations in persons with multiple sclerosis. *Psychology, health & medicine* 2012;17(2):196-206.
356. **Smith MM, Arnett PA.** Perfectionism and physical disability predict depression in multiple sclerosis. *Journal of psychosomatic research* 2013;75(2):187-189.
357. **Schulz KH, Meyer A, Langguth N.** [Exercise and psychological well-being]. *Bundesgesundheitsbla* 2012;55(1):55-65.
358. **Meier DS, Balashov KE, Healy B, et al.** Seasonal prevalence of MS disease activity. *Neurology* 2010;75(9):799-806.
359. **Bever CT, Jr., Grattan L, Panitch HS, et al.** The Brief Repeatable Battery of Neuropsychological Tests for Multiple Sclerosis: a preliminary serial study. *Multiple sclerosis* 1995;1(3):165-169.
360. **Sharrack B, Hughes RA, Soudain S, et al.** The psychometric properties of clinical rating scales used in multiple sclerosis. *Brain : a journal of neurology* 1999;122 (Pt 1):141-159.
361. **Thompson AJ, Hobart JC.** Multiple sclerosis: assessment of disability and disability scales. *Journal of neurology* 1998;245(4):189-196.
362. **Wingerchuk DM, Noseworthy JH, Weinshenker BG.** Clinical outcome measures and rating scales in multiple sclerosis trials. *Mayo Clinic proceedings Mayo Clinic* 1997;72(11):1070-1079.
363. **Rudick R, Antel J, Confavreux C, et al.** Clinical outcomes assessment in multiple sclerosis. *Annals of neurology* 1996;40(3):469-479.
364. **Mayo NE, Hum S, Kuspinar A.** Methods and measures: what's new for MS? *Multiple sclerosis* 2013;19(6):709-713.
365. **Cameron M, Wagner J, Zackowski K, et al.** 1st International Symposium on Gait and Balance in MS: Gait and Balance Measures in the Evaluation of People with MS. *Multiple sclerosis international* 2012;2012:720206.
366. **Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, et al.** The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Archives of neurology* 1989;46(10):1121-1123.
367. **Mohiyeddini C, Hautzinger M, Bauer S.** A latent state-trait analysis on assessing trait and state components of three instruments for measuring depression: ADS, BDI, and SDS. *Diagnostica* 2002;48(1):12-18.
368. **Rudick RA, Cutter G, Reingold S.** The multiple sclerosis functional composite: a new clinical outcome measure for multiple sclerosis trials. *Multiple sclerosis* 2002;8(5):359-365.
369. **Scherer P.** Cognitive screening in multiple sclerosis. *Journal of neurology* 2007;254 Suppl 2:II26-29.
370. **Fisk JD, Archibald CJ.** Limitations of the Paced Auditory Serial Addition Test as a measure of working memory in patients with multiple sclerosis. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS* 2001;7(3):363-372.
371. **Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, et al.** The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropractic & manual therapies* 2012;20(1):15.
372. **Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, et al.** The reliability of a portable clinical force plate used for the assessment of static postural control: repeated measures reliability study. *Chiropractic & manual therapies* 2012;20(1):14.
373. **Piirtola M, Era P.** Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology* 2006;52(1):1-16.
374. **Birmingham TB.** Test-retest reliability of lower extremity functional instability measures. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2000;10(4):264-268.
375. **Kanekar N, Aruin AS.** The role of clinical and instrumented outcome measures in balance control of individuals with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international* 2013;2013:190162.
376. **Morris ME, Cantwell C, Vowels L, et al.** Changes in gait and fatigue from morning to afternoon in people with multiple sclerosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 2002;72(3):361-365.

377. **Momsen AM, Rasmussen JO, Nielsen CV, et al.** Multidisciplinary team care in rehabilitation: an overview of reviews. *Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine* 2012;44(11):901-912.
378. **Bollen SR.** Upper limb injuries in elite rock climbers. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh* 1990;35(6 Suppl):S18-20.
379. **Bollen SR, Gunson CK.** Hand injuries in competition climbers. *British journal of sports medicine* 1990;24(1):16-18.
380. **Watts PB, Drobish KM.** Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and science in sports and exercise* 1998;30(7):1118-1122.
381. **Stelzle FD, Gaulrapp H, Pforringer W.** [Injuries and overuse syndromes due to rock climbing on artificial walls]. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 2000;14(4):128-133.
382. **Van Asch P, Tytgat K, de Groote L, et al.** "MovetoSport" in Belgium: an organizational model to facilitate skilled guidance of persons with multiple sclerosis during exercise and sport in the community. *Neurol Rehabil* 2013;19(1):56-60.
383. **Schoffl V, Morrison A, Hefti U, et al.** The UIAA Medical Commission injury classification for mountaineering and climbing sports. *Wilderness Environ Med* 2011;22(1):46-51.
384. **Klauser A, Bodner G, Frauscher F, et al.** Finger injuries in extreme rock climbers. Assessment of high-resolution ultrasonography. *The American journal of sports medicine* 1999;27(6):733-737.
385. **Martinoli C, Bianchi S, Cotten A.** Imaging of rock climbing injuries. *Semin Musculoskelet Radiol* 2005;9(4):334-345.
386. **Rooks MD, Johnston RB, 3rd, Ensor CD, et al.** Injury patterns in recreational rock climbers. *The American journal of sports medicine* 1995;23(6):683-685.
387. **Vigouroux L, Quaine F, Paclet F, et al.** Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: a biomechanical explanation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008;23(5):562-570.
388. **Watts PB, Martin DT, Durtschi S.** Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of sports sciences* 1993;11(2):113-117.

Danksagung

Mein ganz spezieller Dank gehört Frau Prof. Dr. Renate Oberhoffer und Herrn Prof. Dr. Christian Bischoff. Beide haben mir sehr geholfen, meinen eigenen wissenschaftlichen Weg zu entwickeln. Besonders Prof. Oberhoffer hat mich, ohne zu zögern, in den Lehrstuhl integriert und von Anfang an unterstützt. In Erinnerung an Prof. Dr. Dr. Horst Michna (ehemaliger Inhaber des Lehrstuhls Sport und Gesundheitsförderung) ist es mir besonders wichtig, seinen ehrlichen und offenen Umgang hervorzuheben. Er begleitete meine Anfänge an der TU München und lehrte mich verschiedene Perspektiven auf die Wissenschaft.

Ein ganz herzlicher Dank geht an Dr. Katja Bühlmeyer, die in ihrer einzigartigen Art und Weise den Anstoß für dieses Projekt gab.

Auch Herr Prof. Dr. Martin Halle und Dr. Christoph Lammel eröffneten mir mit der Arbeit im ‚Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V.‘ eine großartige Möglichkeit, begleiteten mich von Anfang bis Ende und standen mir mit Rat und Tat zur Seite. Ebenso Prof. Joachim Hermsdörfer und seinem Lehrstuhl gehört mein Dank, ihre Unterstützung gab mir hin und wieder neue Denkanstöße.

Die entscheidende Unterstützung in meiner Arbeit bekam ich von meinen beiden Kolleginnen, zwei sehr wertvollen Menschen, Dr. Birgit Böhm und Dr. Julia Elmenhorst. Sie traten immer wieder erneut in einen Austausch mit mir, gaben mir Kraft und waren einfach da, wenn ich sie brauchte. Vielen lieben Dank!

Ohne alle diese Personen hätte die Arbeit in dieser Komplexität und ohne zusätzliche Mittel nicht entstehen können: Carmen Schaub, Dr. Anneke Helms, Ulrich Eberhard, Dr. Ferdinand Tusker, Dr. Matthias Pannier, Dr. Gudrun Starringer, Markus Hermann, Tobias Käser, Juliane Zeller, Verena Ohl, Bettina Walch, Kathrin Lasse, Claudia Störmer, Kerstin Schütz, Gila Bettag und Clara Mayer. Sie gaben mir Unterstützung zu den verschiedenen Zeitpunkten auf die vielfältigste Weise. Meinen herzlichsten Dank dafür.

Ebenso danke ich allen Studierenden, die in irgendeiner Form zum Erfolg des Projekts beigetragen haben. Auch den vielen helfenden Hände, gerade in der Kinderbetreuung (stellv. Familie Feuerecker und Schwaiger) und den Institutionen, seien es meine Kollegen vom Lehrstuhl Präventive Pädiatrie oder die DMSG (stellv. Uschi Lenacker-Weiß), lässt sich nicht genug danken.

Ganz speziell danke ich den Teilnehmern der Klettergruppe „MS on the Rocks“, die mit ihrer positiven Energie und den vielen strahlenden Gesichtern dem ganzen Projekt einen Sinn gaben und mich haben durchhalten lassen.

Der größte Dank gebührt meinem Mann Fridolin und meinem Sohn Alander, die geduldiger und verständnisvoller nicht sein könnten, vor allem jetzt in dieser schwierigen Zeit nach dem Unfall, sowie meiner Mutter, Margret Baur und Familie. Sie alle haben einen entscheidenden Betrag zu meiner Entwicklung im Rahmen dieser Arbeit geleistet.

Lebenslauf

Claudia Kern

Diplomsportwissenschaftlerin

Physiotherapeutin

geboren am 3. Januar 1972 in Ehringshausen

verheiratet, ein Kind (*30.12.2008)

Schulbildung

1988 - 1991 Gymnasiale Oberstufe Wetzlar
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Berufsausbildung

1991 - 1993 Staatlich anerkannte Schule für Krankengymnastik Friedrichsheim
an der Orthopädischen Universitätsklinik Frankfurt
Abschluss: Physiotherapeutin (Note 2)

12/1993 - 1/1995 Praktisches Anerkennungsjahr
(Rheumafachklinik Harthausen, Rehabilitationszentrum Therasport
München, Neurologische Fachklinik Braunfels)

Universitäre Bildung

10/1995 - 9/2000 Diplomsportwissenschaften an der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz, Schwerpunkt Prävention und Rehabilitation
Diplomarbeit mit dem Thema:
„Die Beeinflussung des Langzeitsitzverhaltens durch regelmäßige
sportliche Betätigung - Eine kontinuierliche elektromyographische
Untersuchung zur Dokumentation der Muskelaktivität“ (Note 1,3)

Abschluss: Diplomsportwissenschaftlerin (Note 1,7)

Auszeichnung: Jahrgangsbeste Rheinlandpfalz

Berufliche und Studienbegleitende Tätigkeiten

2/1995	Physiotherapeutin Neurologie Braunfels
9/1995 - 7/1998 + 11/2000 - 12/2000	Physiotherapeutin in der Praxis für Krankengymnastik Claudia Fuchs (studienbegleitend)
5/1997 - 10/1997	Tätigkeiten für die Sportjugend Rheinland-Pfalz und Sporteventfirma ProTime (studienbegleitend)
5/1999 - 7/1999 + 1/2000	Physiotherapeutin in der Praxis für Krankengymnastik Christian Benrath (studienbegleitend)
9/1999 - 8/2000	Physiotherapeutin im Institut für Bewegungstherapie Ingelheim (studienbegleitend)
7/2001 - 3/2005	Physiotherapeutin und Sportwissenschaftlerin Therasport München (Vollzeit)
seit 2005	Lehrkraft für besondere Aufgaben Technische Universität München <ul style="list-style-type: none"> • Bereich Prävention, Rehabilitation, Fitness • Lehrstuhl Präventive Pädiatrie • Beginn des Zertifikats Hochschullehre Bayern bei Pro Lehre (Aufbaustufe)
4/2013-3/2014	Promotionsstipendium LaKoF (Landeskonferenz der Frauenbeauftragten an bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften)

Auslandsaufenthalt

3/1995 - 6/1995	Australien
7/1998 - 3/1999	Auslandssemester an der University of Technology Melbourne in Human Movement Fächer: Case Management, Applied Anatomy and Kinesiology, Sport Psychology, Rock Climbing, Dancing
10/2000	Paralympics Sydney 2000 Volunteer: Press Operations Aquatic-Center
2/2001 - 5/2001	USA

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

München, den 1.10.2014 ____
Datum, Ort

Unterschrift

A Anhang

A.1 Flyer

Interesse?

Weitere Informationen bekommen Sie unter folgender Kontaktadresse. Oder Sie füllen den beiliegenden Anmeldebogen aus und wir kontaktieren Sie.

Studienleitung:

Claudia Kern

Physiotherapeut & Dipl.-Sportwiss.
Lehrstuhl Sport und Gesundheitsförderung
der Technischen Universität München
Connollystr. 32, 80803 München

Tel.: **089-28924577**

e-mail: claudia.kern@sp.tum.de

TKMS ist eine Studie in Zusammenarbeit mit der Neurologischen Gemeinschaftspraxis am Marienplatz (Prof. Bischoff), dem Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V. und dem Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung der TU München (Prof. Oberhoffer).



TKMS

Klettern mit Multiple Sklerose – nur ein Traum?



Nein, die Erfahrungen einer Übungsgruppe zeigen, dass Therapeutisches Klettern mit MS-Betroffenen sehr gut möglich ist und sich positiv auf den Krankheitsverlauf auswirken kann.

Diese Erfahrungen sollen wissenschaftlich untersucht werden und dafür brauchen wir Ihre Unterstützung und Mitarbeit.



Was ist TKMS?

TKMS ist eine Studie der Technischen Universität München zur Untersuchung des Einflusses von Therapeutischem Klettern auf die Erkrankung Multiple Sklerose (MS).

Das Therapeutische Klettern ist eine Therapieform zur Verbesserung von körperlichem und emotionalem Wohlbefinden. Geschult werden Gleichgewicht, Beweglichkeit, Koordination und Kraft mit speziell entwickelten Übungen. Aber auch die Konzentrations- und die Wahrnehmungsfähigkeit, die Kreativität und das Vertrauen werden gesteigert. Sie klettern an einer Wand in Raumhöhe (Boulderwand) und an einer ca. 15 Meter hohen Kletterwand, immer von oben angeseilt und gesichert (Topo Rope). Dabei können Sie erleben, dass mit etwas Mut und Selbstüberwindung Leistungen möglich sind, die Sie selbst nicht für möglich gehalten hätte. Erfahrungen, die sich auch in denn Alltag übertragen lassen.

Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss des Therapeutischen Kletterns auf Alltagsfunktionen wie z.B. das Gleichgewicht, die Kraft, das Wohlbefinden, die Mobilität, die Stimmungslage und den Krankheitsverlauf der Multiple Sklerose nachzuweisen.

Neben einer Verbesserung körperlicher Symptome stehen die Lebensqualität, der Spaß an Bewegung und das Erleben von Sport in der Gruppe im Vordergrund.

Die positiven Erfahrungen mit einer schon existierenden MS-Klettergruppe halfen, ein spezielles Trainingsprogramm zu entwickeln, welches nun mit Ihnen über eine halbes Jahr erprobt werden soll. Durchgeführt wird die Studie im TUM Campus Olympiapark, Start Herbst 2009. Werden Sie selbst aktiv und erweitern Ihren Horizont.



Das erwartet Sie:

- ein kostenloses 6-monatiges Bewegungsprogramm an der Kletterwand unter fachlicher Anleitung
- ein individuelles Training (Dosierung und Anpassung auf Ihre körperliche Verfassung)
- eine kostenlose medizinische und sportwissenschaftliche Eingangs- und Abschlussuntersuchung
- die Möglichkeit langfristig eine neue Sportart für sich zu entdecken
- ein Austausch mit erfahrenen MS-Kletterern (www.ms-ontherocks.de)

Was brauchen Sie für eine Teilnahme?

- Bereitschaft zu einer umfassenden Untersuchung vor und nach dem Trainingszeitraum
- Einverständnis zur Teilnahme an einem wissenschaftlichen Projekt
- Die Möglichkeit selbstständig zum Training und der Untersuchung zu kommen
- Lust auf etwas Neues

A.2 Probandeninformation / Einverständniserklärung

Probandeninformation

Voruntersuchung zur Studie „TKMS - Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“

Sehr geehrte Studienteilnehmer/in,

wir freuen uns sehr über Ihre Teilnahme an der Studie „Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“. Dieses Informationsblatt beschreibt Ziele und Durchführung der Studie.

1. Ziel der Studie

Mit der Studie möchten wir den Einfluss eines neu entwickelten Kletterprogramms, welches sportliche und therapeutische Aspekte kombiniert, und speziell auf das Krankheitsbild Multiple Sklerose (MS) abgestimmt ist, überprüfen. Zur genaueren Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes und Ihrer körperlichen Fitness wollen wir eine ärztliche Eingangsuntersuchung und einige Fragebögen sowie sportmotorische Tests durchführen. Die gleichen Untersuchungen wollen wir nach 20 Einheiten Klettertraining wiederholen, um Veränderungen zu erfassen.

Die gewonnenen Daten können uns wichtige Informationen zum Einfluss des Therapeutischen Kletterns auf körperliche und psychische Parameter bei MS liefern. Die Studie hilft bei einer differenzierteren Einschätzung, inwieweit ein kletterspezifisches Training langfristig zur Therapie bei MS beitragen kann. Ziel ist es, diese Therapieform weiter zu entwickeln, um sie dann ggf. zu etablieren.

Diese Gesamtuntersuchung wird zu Beginn des Trainings und nach 20 Einheiten erfolgen. Der Zeitaufwand dafür beträgt pro Untersuchungstermin ca. 3 Stunden.

2. Ablauf der Untersuchungen

Es wird eine erste allgemeine Untersuchung stattfinden, die uns eine Einschätzung Ihres Gesundheitszustandes und eine Einordnung innerhalb des Krankheitsbildes erlaubt. Mittels Fragebögen werden einige Parameter erfasst, die bei Multipler Sklerose relevant sind (Fatigue, Lebensqualität, Selbstwert, Kognition, Selbstwirksamkeit, Depression).

Wir werden einige motorische Testverfahren (Gleichgewichtsschulung, Maximalkraftuntersuchung, Ganganalyse und Feinmotorik) durchführen. Bei der Gleichgewichtsschulung wollen wir mit Hilfe einer Kraftmessplatte den ruhigen Stand auf beiden Beinen messen. Die Feinmotorik wird mit Hilfe eines Steckbretttests (9-Hole-Peg-Test) durchgeführt. Für die Ganganalyse werden wir sogenannte Marker auf bestimmte Körperpunkte kleben und eine kurze Gehstrecke auf Video aufnehmen, sowie die Zeit messen.

Die Untersuchungen erfolgen durch geschulte Diplom-Sportwissenschaftler/innen.

Mittels eines Kurzfragebogens bitten wir Sie um Angaben zum persönlichen Befinden (erlebte körperliche Verfassung) und zu Ihrem Allgemeinbefinden vor und nach dem Training.

Die zweite Untersuchung wird nach den Klettereinheiten erfolgen.

3. Nebenwirkungen und Risiken

Es handelt sich um eine Untersuchung, von der keine Risiken und Nebenwirkungen zu erwarten sind.

4. Datenschutz

Die Namen aller Teilnehmer/innen ebenso wie alle Daten und Informationen werden streng vertraulich unter Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht und des Datenschutzes gehandhabt. Nur die anonymisierten Prüfbögen gelangen zur statistischen Auswertung. Veröffentlichte Ergebnisse können nicht mit Ihren persönlichen Daten in Verbindung gebracht werden.

Datenschutz

Alle Daten, die vor, während und nach Ihrer Behandlung erhoben wurden, werden zur Auswertung und Archivierung anonymisiert und dann dauerhaft maschinell gespeichert. Dabei werden die geltenden gesetzlichen Bestimmungen des Datenschutzes eingehalten. Sie persönlich haben jederzeit die Möglichkeit die Daten einzusehen.

Freiwilligkeitserklärung

Die Einwilligung zur Auswertung der Daten ist freiwillig. Ich bin darüber informiert worden, dass ich zu jedem Zeitpunkt diese Einwilligung ohne Nachteil für mich widerrufen kann.

5. Schweigepflichtentbindung

Mit meiner Unterschrift entbinde ich meine behandelnden Ärzte gegenüber unten genannten Organisatorinnen (Claudia Kern und Anneke Helms) von der Schweigepflicht und bin damit einverstanden, dass vorhandene Arztberichte bei meinen behandelnden Ärzten von ihnen angefordert werden. Diese Angaben werden zur statistischen Datenerfassung verwendet.

6. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse

Alle sich aus der Studie ergebenden neuen und wichtigen Ergebnisse werden wir Ihnen mitteilen.

7. Ihre Rechte

Sie sind in der Entscheidung, an dieser Untersuchung teilzunehmen, völlig frei.

Jede(r) TeilnehmerIn hat das Recht, jederzeit und ohne Angabe von Gründen die Teilnahme an der Studie zu beenden. Sollten Sie sich zum Abbruch der Studie entschließen, bitten wir Sie um eine entsprechende Information.

8. Haftung

Der Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung übernimmt keine Haftung für Schäden oder Verluste, die mit unseren Veranstaltungen in Zusammenhang stehen. Hiervon ausgenommen sind Fälle grober Fahrlässigkeit oder Vorsatz. Sie sind über das Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V. im Rahmen des Sportversicherungsvertrages des Bayerischen Landes-Sportverbandes e.V. unfall- und haftpflichtversichert. Nicht versichert ist der Weg zu oder von den Veranstaltungen (Wegerisiko). Im Schadensfall sollten Sie sich umgehend an unsere Organisatoren wenden.

Falls Sie noch Informationen benötigen, so können Sie sich jederzeit an uns wenden:

Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung
Claudia Kern (Organisation)
Anneke Helms (Organisation)

Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung
Gudrun Starringer (Prüfärztin)

Fon 089.289.24577; Fax 089.289.24571
Email claudia.kern@sp.tum.de
Anschrift: Connollystr.32; 80809 München

Einverständniserklärung

Ich (Name) wurde umfassend über die Untersuchung zur Folgestudie „Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose“ informiert und meine Fragen zur Untersuchung wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich habe die Probandeninformation erhalten, gelesen und verstanden. Ich verstehe meine Rechte und Verantwortlichkeiten als Teilnehmerin an der Folgestudie und weiß, dass ich jederzeit meine Teilnahme beenden kann.

Ich erkläre, aus freiem Willen an der Studie teilzunehmen und gewissenhaft mit den Organisatoren und ihren Mitarbeitern zusammenzuarbeiten.

Ort, Datum

.....
Unterschrift des Probanden

Ort, Datum

.....
Unterschrift der Studienleitung

A.3 Interventionsprogramm im Klettern

Interventionsprogramm im Therapeutischen Klettern mit Seilsicherung für Personen mit Multiple Sklerose

Therapeutisches Klettern mit Multiple Sklerose (TKMS)

Aufbau:

22 Einheiten á 2 Stunden, einmal pro Woche, vier Mikrozyklen

- Mikrozyklus A (5 Einheiten): Basiswissen zur Sportart Klettern
- Mikrozyklus B (6 Einheiten): Gleichgewichtsschulung an der Kletterwand
- Mikrozyklus C (5 Einheiten): Koordinationstraining mit Hilfe verschiedener Klettertechniken und die Schulung der Bewegungspräzision
- Mikrozyklus D (6 Einheiten): Kräftigung durch das Klettern und die Schulung von Dynamik in der Bewegung
- Nach der 9. und 18. Einheit klettert jeder Teilnehmer zum Vergleich dieselbe Route noch einmal (mit Videoaufnahme)

Übergeordnete therapeutische Zielsetzung:

- sportliche Aktivität für jeden Einzelnen steht im Vordergrund
- Bedeutung von Bewegung für den Alltag
- Normalität (keine klassische Physiotherapie)
- Spaß an offener Bewegungshandlung

Der Stundenverlaufsplan dokumentiert die einzelnen Einheiten und kommentiert den Verlauf der Stunden mit der Entwicklung der einzelnen Probanden während der Intervention. Dargestellt werden ebenfalls die offenen Kommentare der Teilnehmer nach der ersten Einheit, der individuellen Halbzeit und am Ende.

Nachfolgend werden zuerst Begrifflichkeiten aus dem Sportklettern erklärt.

Grundlagen aus dem Sportklettern:

Begriffsklärungen

Nachfolgend werden die für die Therapie relevanten Aspekte aus dem Sportklettern, auf denen die Inhalte des Programms basieren, aufgezeigt.

Abbildung A1 aus dem Ausbilderhandbuch des Deutschen Alpenvereins fasst die Klettertechniken zusammen. Eine detaillierte Vertiefung einzelner Bereiche findet sich in der einschlägigen Kletterliteratur^{16,176,193,212,215,224}.

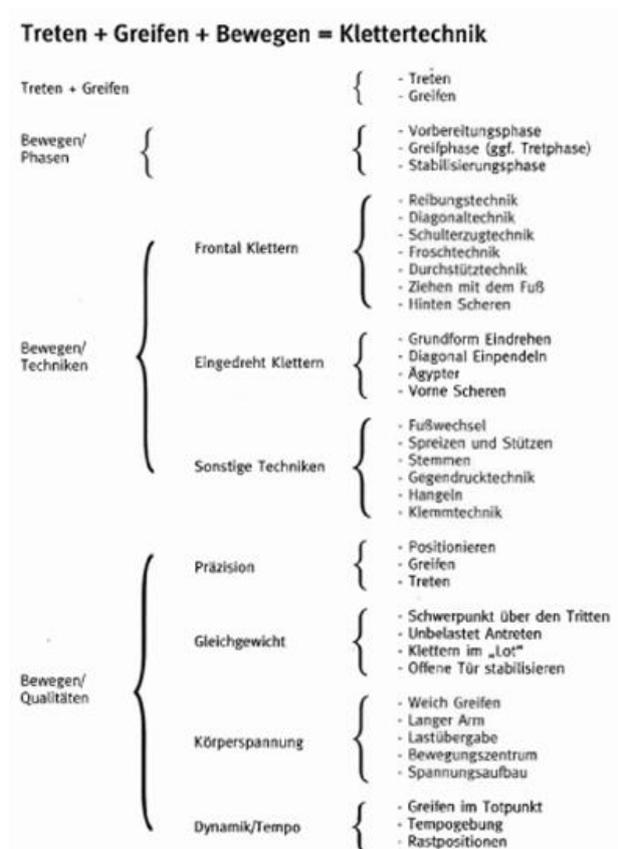


Abbildung A1 Klettertechniken (Greifen, Treten, Bewegen).

Aus „Hoffmann: Ausbilderhandbuch des Deutschen Alpenverein“¹⁹³, S. 4 (2006).

Die unzähligen Variationen der Einzelbewegungen im Klettern bestehen aus den drei Grundelementen im Greifen, Treten und Positionieren des Körpers. Zusammen ergeben sie den Bewegungsablauf und ermöglichen die verschiedenen Technikvariationen, die zum Lösen eines Kletterproblems notwendig sind^{16,215}. Die Bewegungsqualitäten sind Bestandteil einer effektiven Technik und enthalten spezielle koordinative Merkmale¹⁹³.

Greifen

Begriffsbestimmung:

- Greifhand = die Hand, mit der weiter gegriffen wird,
- Haltehand = die Hand, die am Ausgangsgriff bleibt,
- Ausgangsgriff = Griff, der während der gesamten Bewegung gehalten wird,
- Zielgriff = Griff, der erreicht werden soll.

Es gibt Obergriffe (Aufleger / Sloper, Leisten, Stützgriff), Untergriffe, Seitgriffe, Innengriffe, Zangengriff, Fingerloch, „Klemmen“ (Finger-, Hand-, Schulter-, Faustklemmer) und spitzes Greifen.

Abhängig von Größe und Beschaffenheit kann mit hängenden oder aufgestellten Finger geklettert werden. In der Therapie werden in der Regel größere Griffe verwendet, um Fingerletzungen zu reduzieren und die Belastung auf die Gelenke so gering wie möglich zu halten^{218, 218,257,379,383-387}. Im Gegensatz zum Freizeit- und Leistungssport finden überwiegend Obergriffe, Untergriffe, Seitgriffe und Innengriffe Verwendung. Auf Fingerlöcher und Klemmgriffe, sowie aufgestellte Finger, wird weitgehend verzichtet. Eine weitere Unterteilungsmöglichkeit mit Hilfe der Bewegungsanforderungen kann in sogenannte „Zuggriffe“ (Leisten, Mulden, Kanten, Löcher, Rippen), „Stützgriffe“ (nahezu alle Erscheinungsformen) und „Gegenzuggriffe“ (Risse, Löcher) erfolgen¹⁷.

Um eine bessere Kraftübertragung zu erhalten, sollte in der Therapie die volle Griffbreite ausgenutzt werden. Beim „weichen Greifen“ wird die Durchblutung der Muskulatur und somit der Grad der Belastung gesteuert. Der Energieverbrauch kann reduziert und einer Übersäuerung der Muskulatur entgegen gewirkt werden¹⁹³. Neben Griffart und Bewegungsanforderung kann auch mit der Position und Präzision (Bps. „weiches Greifen“) gearbeitet werden.

Treten

Die Fußarbeit ist die Basis einer guten Klettertechnik. Grundsätzlich üben die Füße Druck aus, um nach oben zu steigen. Um die Hände zu entlasten, sollte möglichst viel Körpergewicht auf die Füße übertragen werden¹⁶. Es existieren verschiedene Möglichkeiten an einem Felsen oder einer Kunstwand die Füße einzusetzen (beim Klettern wird von „antreten“ gesprochen):

Vorsprünge im Fels werden

- frontal mit der Fußspitze
- mit dem Innenspann
- mit dem Außenspann angetreten.

Technisch anspruchsvoller ist

- das Festhaken mit der Ferse („Hook“)
- das Verklemmen in Rissen
- die Reibungstechnik: dabei setzen die Füße direkt an der Wand an, ohne Vorsprünge zu nutzen.

Die Füße halten den Körper bei der Gleichgewichtsverlagerung stabil und können situationsabhängig auch ziehen (Bsp. Überhang).

In der Therapie können die einzelnen Techniken gezielt eingesetzt werden. Durch das Antreten mit dem Innen- oder Außenspann kann bewusst eine Rotation in der Hüfte und Lendenwirbelsäule provoziert werden. Hohes Antreten sollte zugunsten eines ökonomischen Kletterns eher vermieden werden, es sei denn, eine extreme Gelenkwinkelstellung ist Ziel der Therapie. Ohne Körperspannung lässt sich keine Reibung an den Sohlen erzeugen¹⁶. Beim Reibungsklettern kann der Therapeut die biomechanischen Gesetzmäßigkeiten (Angriff der Schwerkraft auf den Körperschwerpunkt) nutzen, um den Aufbau einer guten Körperspannung, sowie das Gefühl für die Gewichtsverlagerung zu schulen. Die Hände werden hier eher stützend eingesetzt. Techniken wie „Hooken“ oder Verklemmen kommen in der Therapie eher selten zum Einsatz.

Körperposition

Grundsätzlich können beim Klettern zwei verschiedene Körperpositionen unterschieden werden. Bei der *frontalen Körperposition* zeigt die Körpervorderseite zum Fels, Becken- und Schulterachse sind parallel zum Felsen. Spezielle Varianten sind Techniken wie Spreizen und Stützen, Reibung, Gegendruck (Piazen) oder die „Froschstellung“¹⁶. Benötigt man in der Therapie extreme Winkelstellungen in Knie und Hüfte, kann z. B. die Froschtechnik genutzt werden. Beide Beine treten hoch an, die Knie zeigen nach außen. Hüft- und Kniegelenke weisen eine maximale Flexion und die Hüfte zusätzlich eine maximale Außenrotation auf. Bei der *seitlichen Körperposition* dreht der Kletterer den Körper ein. Der Fuß der Greifhandseite wird mit dem Außenrist auf einem Tritt platziert und der Oberkörper so positioniert, dass er mit der Greifhandseite zum Fels zeigt. Der Körperschwerpunkt (KSP) befindet sich unter der Haltehand, bzw. wird unter den Zielgriff gebracht, da sonst ein Drehmoment um die Körperlängsachse wirksam wird. Wenn der Körper durch das erzeugte Drehmoment nicht mehr an der Wand gehalten werden kann, wird das Phänomen als „*offene Tür*“ bezeichnet. Ein weiteres Prinzip, um die Wirkung des Drehmoments zu verringern, kann durch die Wahl

der stabilisierenden Haltepunkte geschehen. Die Länge des Hebelarms verhält sich umgekehrt proportional zur Stabilisierungskraft¹⁶. Wenn beide Tritte weit voneinander entfernt platziert werden, bleibt das Drehmoment gleich^{176,214,215}. Drehmomente verursachen also zusätzliche Kräfte. Die Körperposition kann gezielt in der Therapie eingesetzt werden, um die Körperwahrnehmung zu schulen oder Trainingsreize zu setzen.

Kletterbewegung

Die posturale Stabilität (Haltungskontrolle) ist der wichtigste Baustein der Kletterbewegung und ermöglicht das erfolgreiche Lösen eines Kletterproblems²⁰⁰. Die Stabilität beim Klettern ergibt sich aus der Positionierung des KSP. Der Körper befindet sich im Gleichgewicht, wenn der Kletterer unter dem KSP antritt oder den KSP über die Standfläche verlagert. Der KSP kann im Verhältnis zum Griff als

- Fels-nah
- Fels-fern
- senkrecht unter dem Griff

definiert werden.

Unter biomechanischen Aspekten beinhaltet die Kletterbewegung drei Hauptphasen^{176,193,214}. In der Ausgangs- oder Endposition (*Stabilisierungsphase*) befindet sich der Körper stets in einer stabilen Gleichgewichtsposition und beide Füße und Hände haben Kontakt mit der Wand. Das Körpergewicht ruht gleichmäßig auf beiden Füßen, die Arme fixieren die Position des Körpers und der KSP befindet sich mittig über der Standfläche. Diese Position ist entscheidend für die Ausführung des nächsten Kletterzuges. In der *Vorbereitungsphase* wird der KSP verlagert und ein Tritt- und Griffwechsel durchgeführt: Das Gleichgewicht wird auf eine Seite verlagert, mit dem unbelasteten Fuß wird ein neuer Tritt gewählt und günstige Griffe für die geplante Bewegungsausführung ausgesucht. Die genaue Handlungsplanung für den folgenden Zug erfolgt. In der *Haupt- oder Zugphase* erfolgt ein Höhersteigen und Erreichen der neuen Position: Der KSP wird über die neue Trittlfläche verlagert (die Hüfte schiebt sich an die Wand) und dann nach oben gebracht (Steigen). Anschließend kommt es wieder zu der *Stabilisierungsphase*: Eine kontrollierte KSP-Lage wird hergestellt und das Körpergewicht auf beide Beine verteilt. Der Bewegungsablauf kann erneut beginnen.

Eine flüssige und dynamische Kletterbewegung („Bewegungsablauf“) kann entstehen, wenn die posturalen Anforderungen erfüllt, günstige Griff- und Trittvarianten gewählt und die optimale Aussteuerung des KSP in den einzelnen Phasen der Kletterbewegung umgesetzt werden^{177,193}. Die Reihenfolge der Phasen ergibt sich aus der Situation an der Wand. Nach Hoffmann (2006) fließen die drei elementaren Kriterien der Phasen (Positionieren des KSP, Treten und Greifen) in der übergeordneten Ebene „*Bewegungsablauf*“ zusammen.

In der Therapie können diese Phasen patienten- und symptomorientiert als Gesamtbild oder einzeln erarbeitet werden. Die *Vorbereitungsphase* (Positionierung des KSP) lässt sich z.B. verstärkt zur Gleichgewichtsschulung nutzen. Die Grundtechnik, bei der die Becken- und Hüftsteuerung für eine stabile Gleichgewichtsposition sorgt, sensibilisiert für die Ausrichtung des KSP im Lot und die Stabilisation über dem belasteten Fuß. Je weiter der KSP von der Trittlfläche entfernt ist, desto größer wird die Haltearbeit, die zu leisten ist¹⁹³. Eine Ansteuerung und gezielte Verlagerung des KSP wird geschult. Die Anforderungen an die posturale Stabilisation stehen hier im Vordergrund¹⁷⁷. Unter kognitiven Aspekten entscheidet der Kletterer in der Vorbereitungsphase z.B. die Wahl der Position (frontal oder eingedreht, Fußwechsel) und organisiert seine Bewegungsplanung. In der *Hauptphase* erfolgt der Spannungsaufbau und das Steigen sorgt z.B. für eine Aktivierung der „*Strecker-schlinge*“ und somit dem Training der Beinkraft sowie der muskulären Kontrolle. Das konzentrierte Höherführen des Armes zum Zielgriff kann vom momentanen Grad der Beanspruchung ablenken. Engramme werden aktiviert und Bewegungsmuster automatisiert. Der Therapeut kontrolliert die präzise Bewegungsausführung. In der *Stabilisierungsphase* orientiert sich der

Patient neu, optimiert seine Position (die Stellung der Finger am Griff bei einer spastischen Hand oder der kontrollierten Gewichtsverlagerung mit einer Neutralstellung des Kniegelenkes statt einer Hyperextension) und positioniert seinen KSP neu. Die Aufmerksamkeit kann von der Haltearbeit auf die haptische Wahrnehmung verlagert werden¹⁷⁷.

Eine mangelnde Bewegungskontrolle im Schultergelenk ist häufig Ursache chronischer Überlastungsschäden^{20,202}. Ein Klettern am „langen Arm“ kann die Spannung und Belastung im Schulter-Arm-Komplex reduzieren und wird gezielt in bestimmten Klettersituationen (Bsp. Positionieren des Körpers in der Vorbereitungsphase) oder Ruhepositionen eingesetzt. Grundvoraussetzung dabei ist die kontrollierte Ansteuerung der Scapula und die Aktivierung der lokalen Muskulatur, um eine Zentrierung des Schultergelenks zu gewährleisten. Dadurch reduziert sich die Belastung im Schultergelenk.

Ressourcen der Kletterleistung

Die leistungsbestimmenden Faktoren im Klettern werden heute unter dem Hintergrund des übergeordneten Belastungs-Beanspruchungs-Modells nach Oliver (2008) aus der Trainingslehre, welches Superkompensation und Höherorganisation integriert, als Ressourcen bezeichnet (aus¹⁶) Abbildung fasst die Ressourcen nach der Einteilung von Hoffmann (2011) zusammen. Koordination und Kondition (Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnelligkeit) zählen bewegungswissenschaftlich zu den sportmotorischen Grundeigenschaften. Sie werden in diesem Modell getrennt betrachtet, da die Koordination einen hohen Einfluss auf die Klettertechnik hat. Im später folgenden bio-psycho-sozialen Modell werden sie zusammen unter den physischen Fähigkeiten auf der motorischen Ebene eingeordnet.



*Abbildung A2 Ressourcen der Kletterleistung.
Nach Hoffmann (2011)¹⁶*

Nach Hepp et al. (1993) kommt der Klettertechnik unter allen leistungsbestimmenden Faktoren der höchste Stellenwert zu. Abhängig sind die Leistungen im Klettern neben der Technik von der Anthropometrie, Konstitution, Größe, Alter und Geschlecht. Untersuchungen im Leistungs- und Freizeitsport haben gezeigt, dass neben der Technik Faktoren wie Griffkraft, Größe, Gewicht, Fettanteil und Spannweite einen signifikanten Zusammenhang mit der Kletterleistung zeigen^{205,220,388}. In Studien von Grant et al. (1996, 2001) zeigten Leistungskletterer eine größere Fingerkraft, Beweglichkeit im Hüftgelenk (Außenrotation und Abduktion) und eine höhere Ausdauer im Schultergürtel als Freizeitkletterer oder Nicht-

Kletterer. Mermier et al. (2000) fanden heraus, dass der Parameter „Technik“ 59% der Varianz der Kletterleistung bestimmt, während die „Anthropometrie“ (0,3%) und die „Beweglichkeit“ (1,8%) nur einen geringen Teil erklärten. Watts et al. (2003) untersuchten 90 junge Leistungskletterer und konnten zeigen, dass junge und ältere Leistungskletterer eine ähnliche Anthropometrie (schmale Statue, wenig Körpergewicht und eine geringe Hautfaldendicke) aufwiesen. Die Griffkraft in Relation zum Körpergewicht war hoch, wohingegen der Body Mass Index (MW 18,6; SD 2,3) im Vergleich zu anderen jugendlichen Leistungssportlern (MW 19,0; SD 3,2) kaum Unterschiede aufwies.

Die Klettertechnik scheint in den unteren Graden (UIAA-Skala < VIII-) für die Kletterleistung von hoher Relevanz zu sein. Neben Persönlichkeitsmerkmalen sind im höheren Leistungsbereich zusätzlich konditionelle und psychische Aspekte leistungsentscheidend^{16,214}.

Weitere Einflussfaktoren der Kletterleistung sind externe Bedingungen wie Material, Felsart, Witterung, Temperatur und Grad der Ablenkung. Auch Tagesform und Erfahrungswissen spielen eine große Rolle für die aktuelle Kletterleistung.

Stundenverlaufsplan

	Interventionsprogramm (2 Std. pro Einheit)	Methodisch-didaktischer Kommentar
Mikrozyklus A 5 Einheiten	<p>Ziel: Erwerb von Basiswissen im Klettern, Vertrauen und Verantwortung (in sich selbst und den Partner), Motivation, Spaß an der Bewegung</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Psychisch/kognitiv: Kletterspezifische Kenntnisse (Material, Sicherheitsstandards, Knotenkunde, Partnercheck), Motivation, Vertrauen -Motorisch: Grundtechniken im Klettern mit und ohne Seilsicherung, Schulung und Verbesserung motorischer Grundeigenschaften -Sozial: Kennenlernen Gleichgesinnter, Gruppenbildung 	<p>Krankheitsbedingte „Handicaps“ werden durch Zusatzmaterial und Kenntnisse der Therapeuten versorgt, mit dem Ziel vorhandene Ressourcen zu nutzen und Erfahrungen an der Kletterwand zu sammeln.</p>

<p>Einheit 1 Routen = 2;</p> <p>senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite weiß</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Begrüßung und Einführung „Klettern“ - Organisatorische Informationen (Studienmappe mit Fragebögen, Schuhe, Gurte, Sanitäranlagen) - Materialkunde: Sicherungsgeräte, Klettergurt anziehen, Schuhe testen - Erlernen des Anseilknoten (Achterknoten mit Kurzseilen) - erste Erfahrungen an der Kletterwand: Paarweise ein Boulder (Erspüren/Ertasten unterschiedlicher Griffe, Füße auf dem Boden, Steigerung: auf Tritten) und zwei Routen zum Klettern (keine Bewegungsnormierung, Aufbau von Vertrauen; Motivation) => alle Teilnehmer (TN) klettern mindestens einmal mit Seilsicherung. 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 MS-Patient im Rollstuhl aus der Gruppe „MS on the Rocks“ und 2 Verwandte (ID 8 + 12)</p> <ul style="list-style-type: none"> -hoher Betreuerschlüssel wichtig für die erste Stunde Teilnehmerzahl: 12, Abwesend: 0, ID5 + ID6 15min zu spät - kein gemeinsamer Start, alle TN sehr aufgereggt (häufig Toilettenbesuche, ID10 muss begleitet werden) - Anfang ~20 min später, viele Unterbrechungen, <p>Zeitplan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~75 min für Organisatorisches, Material und Knoten (alle TN sehr aufmerksam, unterschiedliche physische und kognitive Einschränkungen) -Sportkletterer aus dem Hochschulsport konnten beobachtet werden (Motivation, Leistung) ~105 min für den ersten Kontakt mit der Wand - zuerst ging die Gruppe mit den weniger eingeschränkten TN an die hohe Wand => wichtig: Boulder ok, Wand sehr voll, Routeneinstieg etwas zu schwer, eine zusätzliche Hilfe für die Rollstuhlfahrer erleichtert den Start - Kein gemeinsamer Abschluss, aber jeder TN war einmal an der hohen Wand klettern und alle waren beeindruckt und zufrieden! - volles Programm für die erste Stunde, Dauer ~3h
<p><i>Erster Eindruck von den Teilnehmern:</i></p>	<p>Ableich Anamnese Testtag und Ist-Zustand</p> <p>Fußgänger: ID 1, 3, 4, 7, 9, 11</p> <p>Gehhilfe /Rollator: ID 2, 5, 10, 12</p>	<p>ID7+10 brauchen viel Aufmerksamkeit => zusätzliche Zeit nötig</p> <p>ID8+12 mit Verwandten, aber ID12 nur zum 1. Termin, ID8 Ataxie beider Hände => braucht zusätzliche Zeit und</p>

	Rollstuhl: ID 6, 8	Unterstützung ID4+5 sehr sozial in der Gruppe (ID5 holt ID6 mit dem Auto ab) ID6 braucht zusätzliche Unterstützung, wenig Rumpfstabilität, wirkt aber unkompliziert ID1,2,3,9+11 erster Eindruck offen, unauffällig
Einheit 2 Routen = 2; senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite weiß	<ul style="list-style-type: none"> - Begrüßung: Namensspiel - Wiederholen von Material und Knoten, neu: Sicherheitsstandards, Grundregel Partnercheck (gegenseitige Überprüfung von Gurten, Knoten, Seil und Sicherung) - Kletter- und MS-spezifisches Aufwärmen (10min): Schultern, Arme, Finger, Beine, Rumpf, Gedächtnis + Koordination - Paarweise Bouldern (Griffe tasten, Füße am Boden, Steigerung blind oder Füße auf Tritte, „Spotten“) und zwei Routen (Üben des Partnerchecks, „Routen lesen“ (Griffe/Tritte von unten finden) - Technischelemente Greifen und Beinarbeit - Hilfsmitteln: Beinschlaufen zum Heben des Beines per Hand 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID9 (Zahn-OP); ID10 15min zu spät</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boulder etwas zu schwer für die Mehrzahl - später begonnen, kein gemeinsames Auf- und Abwärmen (Studienmappen benötigen Zeit) => Zeitplan korrigieren - außer ID 10 ist jeder 1-2x Toprope geklettert => jeder war sehr stolz auf sich, gute Grundstimmung, außer ID 10 (“Zeitverschwendung”) - Wiederholung aus der 1. Einheit wichtig (~1h) - Toprope-Klettern funktioniert gut, motiviert
Einheit 3 Routen = 3; senkrechte Wand -linke Kante grün -linke Seite weiß	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung der Gruppenbildung durch paarweises Vorstellen des Partners in der Gruppe - Aufwärmen: s.o. - Wiederholen und Festigen von Material, Knoten und Partnercheck - Umsetzen der Technischelemente Greifen und Beinarbeit, 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 9, Abwesend: ID 3,7,10</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei der Vorstellung des Partners lag der Fokus auf der MS => sehr zeitintensiv (~ 1h), aber große Bedeutung für Gruppenbildung => gut als einmaliger Einstieg - kein Bouldern und Cool down wegen der langen

<p>- Mitte weiß</p>	<p>KSP-Verlagerung Klettern in den 3 Routen - Optimieren der Hilfsmittel: Beinschlaufen, Handschuh und Knieschoner bei starker Ataxie</p>	<p>Einführung - individuelle Leistungsunterschiede groß => Ungeduld einiger funktionell weniger eingeschränkter TN, starker Eigenfokus einiger TN - entspannte Stimmung, die meisten TN sind 2x geklettert</p>
<p>Einheit 4 Routen = 3, senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite weiß - grüne Verschneidung Mitte zusätzliche Griffe/Tritte geschraubt => (vor allem für das Bouldern)</p>	<p>- Aufwärmen: Herz-Kreislauf-System, Kletter- und MS-spezifisch: (Schultern, Arme, Finger, Beine, Gedächtnis, Kreuzkoordination Arme und Beine) - Wiederholen und Festigen von Material, Knoten und Partnercheck - Aufteilung in zwei Gruppen: 1. Gruppe ID 1,2,4,7,9,11, 2. Gruppe ID 5,6, 8,12 - Technikelemente: 3-Punkt-Regel, Position KSP (Becken an die Wand bringen), „Routen lesen“ (Griffe und Tritte finden) - Routine entwickeln, - Technik üben an der Sprossenwand (Punkte geklebt, um Grifffolgen vorzugeben, Ober-/Untergriffe üben, langer Arm, KSP-Verlagerung) - Cool-down: im Kreis seinem Vordermann, sowie sich selbst auf die Schulter klopfen (Anerkennung der eigenen Leistung)</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten,1 Verwandter, (ID 8) Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID 3,10 - Gurte und Schuhe anziehen klappt gut, alle helfen sich gegenseitig - Änderung: falls bis zum Aufwärmen nicht alle fertig angezogen sind, nach dem Aufwärmen weitermachen (ID 6 benötigt relativ viel Zeit) - motorisch fitte TN bekommen Zusatzaufgaben, um Pausenzeiten zu verkürzen (vor allem ID 1, 7, 9) - Technik üben an der Sprossenwand klappt sehr gut (langer Arm und KSP-Lage fallen noch schwer) - alle TN waren heute ganz oben (Therapeuten gehen teilweise mit hoch für zusätzliche Unterstützung in der Wand), die meisten TN sind 3x geklettert - Zusätzliche Griffe und Tritte (vor allem Quergang) sehr gut!</p>
<p>Einheit 5 Routen = 3; senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite weiß</p>	<p>- Aufwärmen: s.o. - Wiederholen und Festigen von Material, Knoten und Partnercheck, sowie der Klettertechniken der letzten Stunden: 3-Punkt-Regel, langer Arm, Position KSP, Finden von Griffen und Tritten</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID1 - Rollstuhlfahrer brauchen viel Hilfe beim Anziehen - Sprossenwand: Technik üben klappt gut, ist aber sehr anstrengend und zeitintensiv, kleiner Disput zweier TN, da</p>

<p>- Mitte weiß</p>	<ul style="list-style-type: none">- 1. Gruppen (s.o.+ ID 3): zuerst Klettern mit Seilsicherung,2. Gruppe (s.o. + ID 10) Sprossenwand- Testen der Hilfsmittel- Cool-down: Dehnen der Finger-/ Armbeuger, Schultergürtel	<p>die ständig geäußerte „Unzufriedenheit“ des Einen, die anderen TN zu nerven scheint</p> <ul style="list-style-type: none">- alle sind mindestens 3x geklettert- TN der Gruppe helfen sich gut untereinander, Übungen der letzten Einheit werden an diejenigen, die gefehlt haben weitergegeben, Entwicklung einer gewissen Eigenständigkeit- Cool down selbstständig, da einige bis zum Ende in der Wand arbeiten / lange Zeit brauchen <p>Sehr heterogenes Leistungsniveau und Lernfortschritte</p>
---------------------	---	---

	Interventionsprogramm (2 Std. pro Einheit)	Methodisch-didaktischer Kommentar
Mikrozyklus B 6 Einheiten	<p>Ziel: Gleichgewicht, Körperspannung, Bewegungsqualität</p> <p>Inhalt:</p> <p>Psyche: Erleben persönlicher Grenzen, „Spiel mit der Schwerkraft und Höhe“</p> <p>Motorik: Verfeinerung + Erlernen neuer Techniken: KSP-Verlagerung, Drehmoment erleben („offene Tür“), Eindrehen, Stützen / Stemmen, Schulung motorischer Grundeigenschaften (Schwerpunkt Gleichgewicht)</p> <p>Sozial: Partnerarbeit, Kommunikation</p>	<p>Leistungsstand sehr individuell, gute Möglichkeit an der Kletterwand (eins-zu-eins) darauf einzugehen, Sprossenwand gut geeignet zur Technikschiulung, Offenes Konzept und große Flexibilität notwendig</p>
<p>Einheit 6</p> <p>Routen = 4; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite weiß - Mitte weiß - Kippwand gelb <p><i>Vorher Weihnachtsfeier zusammen mit „MS on the Rocks“</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: s.o., Balancieren auf den Fußspitzen, Fersen - Wissensvertiefung (Knoten blind üben, Partnercheck), Eigenverantwortung herausstellen - Technischelemente: langer Arm, KSP-Verlagerung, Drehmoment erleben - Schwerpunkt: Techniküben mit Seilsicherung in der hohen Wand - neue Routen (Variation des Gelernten) - Cool-down: Dehnen der Finger- / Armbeuger, Schultergürtel 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID10</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toprope-Klettern gut, Rollstuhlfahrer benötigen viel Hilfe (Ziel => zusätzliche Hilfe sukzessive abbauen, mehr Selbstständigkeit, die Kletterhöhe ist nicht entscheidend, sondern die erbrachte Leistung), ID 8 sehr ehrgeizig, lange in der Wand, niedrige Frustrationstoleranz - Routen stellenweise zu schwer, da zusätzlichen Tritte/Griffe wieder entfernt worden sind => Ziel: zusätzliche Tritte/Griffe speziell für Rollstuhlfahrer schrauben - Gruppe wächst zusammen, alle haben Spaß am Klettern, Fortschritte sichtbar => Individualisierung wichtig! - interne Differenzierung gemäß Leistungslevel: 1. Gruppe (ID 1, 7, 9, 11), 2. Gruppe (ID 2, 3, 4), 3.

		<p>Gruppe (ID 5, 6, 8, 10,12)</p> <p>- ID 10 hat schon 50% gefehlt</p>
<p>Einheit 7</p> <p>Routen = 3; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite weiß - Mitte weiß <p><i>Nach 3 Wochen Weihnachtspause!</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: Koordinationsspiel „Farbenkreuz“ (Auf Ansage entsprechende Farbe fangen: Orientierung, Reaktion, Gleichgewicht) - Wiederholen und Festigen der Technikelemente (langer Arm) <p>Technikelement: langer Arm, gezielte KSP-Verlagerung (Ansage bestimmter Griffe und Tritte),erspüren der Drehmomentwirkung (offene Tür)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stationsbetrieb <p>Station 1: Kurzseile, blind Knoten + Einbinden, Partner kontrolliert, ggf. auch blind</p> <p>Station 2: Sprossenwand: Konzentration auf Technik (langer Arm, KSP an die Wand bringen)</p> <p>Station 3: Routen klettern</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmer: 11, Abwesend: ID7</p> <ul style="list-style-type: none"> - positive Grundstimmung (Freude wieder Klettern zu können nach der Pause) - Stationen gut (Zeitdauer pro Person in einer Route wird dadurch limitiert): <p>Station 1: auch wenn „blind“ geschummelt wird, gutes Training; noch nicht alle haben den Knoten verinnerlicht (Zeitdauer, Fehler)</p> <p>Station 2: ermöglicht individuelles Training</p> <p>Station 3: individuelle Festigung der Techniken, Routine entwickeln</p>
<p>Einheit 8</p> <p>Routen = 3; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite weiß - Mitte grün-weiß <p><i>Ergänzung von eigenen Griffe/Tritte</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: mit bunten Tüchern (begleiten die Stunde für Eigenübungen in den Pausen) - Wiederholen und Festigen der Technikelemente, gezielte KSP-Verlagerung,erspüren der Drehmomentwirkung (offene Tür) <p>Neues Technikelement: Eindrehen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demonstration typischer Klettersituationen: <p>Verschneidung: „offene Tür“, „Eindrehen“, „langer Arm“, „Stützen und Stemmen“</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cool-down: Mobilisation und Dehnen mit Tüchern 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 7, Abwesend: ID1, 2,3,7,10</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kleine Gruppe, erlaubt intensives Klettertraining und individuelle Betreuung - ID8 aus eigener Kraft ganz oben (Ataxie der linken Hand besser bei Untergriffen oder Kreuzgriffen) - deutliche Weiterentwicklung bei allen zu beobachten

	(Rumpf und Schultergürtel)	
<p>Einheit 9 Routen = 3; senkrechte Wand - linke Kante grün - Verschneidung grün - Mitte weiß</p> <p><i>Ergänzung der Route links</i></p>	<p>- Aufwärmen: s.o., BWS-Mobilisation - Gruppenarbeit (Einteilung s.o.): Klettern derselben Route zweimal hintereinander, Reflexion nach dem ersten Mal, Wiederholung der letzten Stunde, da viele gefehlt haben und Festigung der Technikelemente (langer Arm), bewusste KSP-Verlagerung (mit Ansage durch den Therapeuten), Erspüren der Drehmomentwirkung (offene Tür), Eindrehen - Neue Technikelemente: „Stützen und Stemmen“, Dynamisches Klettern - Abbau der Hilfestellung, da zusätzlichen Griffe die Route vereinfachen Sprossenwand:</p> <ul style="list-style-type: none"> • queren + langer Arm + KSP • eindrehen • dynamisch Bewegen mit Beinarbeit, Schwung nutzen • Koordinationsspiel <p>- Cool-down Dehnen Schultergürtel und Arme, Beine</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID10, 11 -Gruppe mit den Fitteren klettern zuerst mit Seilsicherung -Sprossenwand: Hände tun schnell weh 2. Gruppe: alle hoch motiviert, MS-bedingt fällt Eindrehen auf einer Seite schwerer (ID 5,6), Koordinationsspiel 1. Gruppe: ID 1 und 4 etwas müde vom Toprope-Klettern, ID9 setzt Technik sehr gut um, ID 3 wenig Dynamik Halbzeit der Pflichteinheiten: - Fazit für alle TN: Information über individuellen Schwerpunkt für die zweite Hälfte des Kletterprogramms. - Motto für die TN: wichtig ist nicht nur die geschaffte Route, sondern dass selbständige, individuelle Arbeiten und die eigene Leistung an der Wand. - Ziel für die Therapeuten: Abbau der Hilfestellungen, Eigenverantwortung fördern.</p>
<p>Einheit 10 - Routen = 3; senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite grün - Mitte weiß</p>	<p>- Aufwärmen: s.o. Paarweise Linien-laufen, Roboterspiel Neu: -Sicherheit in der Wand (Sturztraining, Sitzen + Schaukeln) und Materialverständnis (Seilreaktion) - Videoroute (für ID 4, 5, (6), 8, 12):</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID6,10 - Videoroute sehr schwer für ID 5 (gut gekämpft) und ID 8 (Klettern eher zäh, aber sehr ausdauernd, leicht gefrustet), ID 4 ist relativ unsicher, ID 12 hoch motiviert, hat sich durchgebissen</p>

<p><i>Videoroute: Kante rechts</i></p>	<p>eine festgelegte, neue Route wird nach der 9. und 18. Einheit ohne Zusätzliche Hilfestellung geklettert, um den TN eine eigene Einschätzung der Leistung zu ermöglichen, die Wand erlaubt wenig Spielraum, sodass eine senkrechte Route an einer Kante mit Umgreifen (stellenweise Überhang) gewählt werden musste.</p>	<p>-Sturztraining sehr gut, wichtig für die TN, um Vertrauen in das Seil und die Wand zu bekommen, einigen macht es sogar Spaß!</p>
<p>Einheit 11 - Routen = 3; senkrechte Wand - linke Kante grün - Verschneidung grün - Mitte weiß</p> <p><i>Videoroute Kante rechts</i> <i>Abschluss mit Faschingskräften</i></p>	<p>- Aufwärmen: s.o., Partnerarbeit „Spiegelbild“, Stehen auf einem Bein - Videoroute Kante rechts für ID 6, 11 - Routenvorgabe: nach Farben und Schwierigkeit (genaues klettern) - Cool-down: Sozialisation und allgemeiner Austausch</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID10</p> <p>-Videoroute: ID 11 tut sich schwer mit der Route, ID 6 scheitert relativ am Anfang der Route, Einstieg war aber ok, keine Frustration</p>
<p>Zwischenfazit</p>	<p>Trainingsschwerpunkt: ID1: klettert „Arm-lastig“ => Beinarbeit und KSP-Verlagerung ID2: Spannung halten, Becken zur Wand bringen und KSP-Kontrolle ID3: Becken weit weg von der Wand => KSP-Kontrolle ID4: klettert strukturiert und ruhig, Becken weit weg von der Wand => KSP-Kontrolle</p>	<p>Eindruck von den Teilnehmern: Alle sind mit Eifer dabei, gute Stimmung in der Gruppe, Niveau sehr unterschiedlich, ID 8 sehr ehrgeizig, schnell frustriert, ID 10 kompliziert, fehlt oft, Zugang schwierig Gruppe entwickelt positive Eigendynamik, die Teilnehmer tauschen sich über die verschiedenen Lebensbereiche hinweg aus und unterstützen sich gegenseitig (ähnlich einer Selbsthilfegruppe, ohne explizit eine zu sein)</p>

	<p>ID5: KSP gut, Positionierung Füße fällt schwer ID6: Füße, Füße, Füße und Spannung halten ID7: hektisch und fahrig => Füße sauber stellen, alle Tritte nutzen ID8: ehrgeizig, fleißig, ausdauernd => Spannung halten, KSP-Positionierung ID9: Naturtalent: dreht noch zu viel und an falschen Stellen ein ID10: fehlt zu häufig, schnell schwindlig, wenig Spannung ID11: KSP-Verlagerung ID12: Spannung halten</p>	
--	---	--

	Interventionsprogramm (2 Std. pro Einheit)	Methodisch-didaktischer Kommentar
Mikrozyklus C 5 Einheiten	<p>Ziel: Koordination, Bewegungspräzision</p> <p>Inhalt:</p> <p>Psyche: Erfahrungen festigen, Selbstwirksamkeit / Eigenleistung erfahren</p> <p>Motorik: Verfeinerung Klettertechniken und Erlernen neuer Techniken, KSP-Kontrolle, Beinarbeit, neue Bedingungen: Überhang, nach Vorgabe klettern</p> <p>Sozial: Gegenseitige Hilfestellung, fachliche Kommunikation</p>	<p>Leistungsstand sehr individuell, Kletterwand nutzen, um darauf einzugehen, Festigen der Fertigkeiten, Grundproblem bei schwerer betroffenen TN ist die Körperspannung und KSP-Verlagerung!</p>
<p>Einheit 12</p> <p>Routen = 3;</p> <p>senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite weiß - Mitte weiß <p><i>Videoroute Kante rechts</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> -Fazit der ersten Hälfte (Zusammenfassung von Therapeuten für TN) Aufwärmen: s.o., Fingerkoordinationsspiel - nur Toprope (kein Boulder) - erste Mal Klettern im Überhang (Technikeinsatz wichtig, um Kraft zu sparen) - Beinarbeit (KSP-Kontrolle) und Technik werden betont - Cool-down individuell - Videoroute Kante rechts für ID 1, 2 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID10</p> <ul style="list-style-type: none"> -Gruppe wächst immer mehr zusammen Videoroute: ID 1 zuerst etwas unsicher, klettert sich aber schnell ein, ID 2 kämpft, auch wenn das Klettern der Route schwer fällt -Verschneidung wird technisch nicht optimal genutzt -erster Überhang für ID 4 (gut, unter Anleitung eines Therapeuten), ID 7 (nutzt gewissen Vorteil durch Größe und Kraft), ID 9 (löst Probleme eigenständig und gut)
<p>Einheit 13</p> <p>Routen = 4;</p> <p>senkrechte Wand</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: alle (außer ID 3, 7 und 10) treffen sich auf der Empore (1h): Gleichgewichts- und Techniks Schulung an den Balancierbalken, der kippbaren Sprossenwand und der 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID1</p> <p>ID 10 wollte auch mit Hilfe nicht auf die Empore (geht mit</p>

<ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - Verschneidung grün - Mitte weiß <p>Überhang -grün rechts</p> <p><i>Videoroute Kante rechts</i> <i>Vormittags Spendenveranstaltung für die DMSG von „MS on the Rocks“</i></p>	<p>Boulderwand</p> <ul style="list-style-type: none"> - Videoroute Kante rechts für ID 3, 7 - Toprope-Klettern (alle mindesten 1-2x) - Zusatzaufgaben: Airex-Matten und Bänke zum Balancieren, sowie zwischendurch Bouldern mit Partner - Cool-down individuell 	<p>zu der Videoroute), ID 3 powert sich in Videoroute aus, wenig Kraft und Körperspannung, ID 7 relativ ruhig und gut, immer wiederum unkonzentriert, übersieht häufig Tritte</p> <p>- insgesamt war bei allen das Seilklettern gut (Fittere könnten würden gerne noch mehr klettern), ID 10 bis zur 3. Platte, dann (ihr bekannte) Kreislaufprobleme, ID 5 und 8 deutlich verbessert, weniger Hilfestellung, beide bis zur vorletzten Platte geklettert, ID12 überschätzt sich (Überhang zu schwer), dann aber Erfolg Kante links, ID4 Überhang zu schwer, ID 9 gut gemeistert, ID 2 heute Schwierigkeiten mit einem Bein, Senkrechte weiße Route eher zäh</p> <p>- Zusatzaufgaben für „motorisch Fittere“ wichtig</p>
<p>Einheit 14 Routen = 4; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - Mitte weiß <p>Überhang - Kippwand gelb rechts - links außen leichter Überhang</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: mit Luftballons - Koordination, Fußarbeit und KSP-Verlagerung - Toprope-Klettern - Zusatzaufgabe vor jeder Route an alle: in der Route Stelle suchen und dort 3-Punkt-Belastung für 10 Sek. halten (rechts und links), wenn möglich ausbalancieren und loslassen beider Hände - Cool-down individuell 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Helfer, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID 10,11</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einweisung Helfer (Hintersicherung für die ersten Routen) - zwei kurze, neue Routen in der Kippwand (Einstieg schwer, aber neue Herausforderung für die fitteren TN (ID 1, 4, 7, 9), wenig Reibung, eingeschränkt nutzbar für Zusatzaufgabe) <p>ID 2: Kältebad vorher, bessere Ansteuerung rechtes Bein ID 3: Wenig Körperspannung, Stabilität und Kraft, setzt Füße schlecht) ID 5: Klettert gemischt heute, balancieren mit</p>

		<p>Hilfestellung gut ID 6. Schlechte Tagesform, eher zäh (nur 2 Routen) ID 8: Gekämpft, dreiviertel Route geschafft ID 12: Mit Energie kurze Route Kippwand mit leichtem Überhang geschafft Die Abläufe werden bei allen selbstverständlicher (Material, Knoten, Klettertechniken)</p>
<p>Einheit 15 Routen = 3; senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite weiß - Mitte weiß/grün</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: s.o., Koordinative Übungen mit den Armen - Routen Klettern mit Einfrieren (Ansage für Haltepunkt) -partnerweise Bouldern mit Zusatzaufgaben: vorgegeben Stellen nachbouldern, so viele Griffe wie möglich berühren, 10 Sek. halten (3-Pkt-Stellung) mit Wechsel, „kleine“ Tritte (so viel Unterstützung wie nötig) - Cool-down individuell 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 9, Abwesend: ID3,7,10 -spielerisches Bouldern lenkt vom Grad der Beanspruchung ab, schult Techniken, zeigt aber auch die Defizite auf -Rumpfstabilisation ist für alle anstrengend und für ID 6 extrem schwierig</p>

	Interventionsprogramm (2 Std. pro Einheit)	Methodisch-didaktischer Kommentar
Mikrozyklus D 6 Einheiten	<p>Ziel: Kräftigung durch das Klettern, Dynamik und Tempo</p> <p>Inhalt:</p> <p>Psyche: Selbstständig Ziele setzen</p> <p>Motorik: Schulung der Rumpf- und Beinkraft durch spezielle Übungen an der Kletterwand (Hubarbeit Beine, Überhang Rumpf, dynamisches Klettern mit Stabilisationsarbeit)</p> <p>Sozial: gemeinsames Üben, Absprache und Kommunikation, auch ohne Kletterwand</p>	<p>Übergeordnete Schwerpunkte können zwar verfolgt werden, jedoch auf sehr unterschiedlichem Niveau; Individuelle Arbeit steht im Vordergrund</p>
<p>Einheit 17</p> <p>Routen = 4; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - Mitte weiß <p>Überhang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kippwand gelb rechts - links außen <p>leichter Überhang</p>	<p>Aufwärmen: Kletter- und MS-spezifisch: Schultern, Finger, Gedächtnis + Koordination, Kniebeugen (wichtig Beinachse)</p> <p>Routen Klettern, wenn möglich im Überhang oder mit Wiederholung der Hubbewegung aus den Beinen</p> <ul style="list-style-type: none"> -Boulderübung im Stand (Scapulabewegung und Körperspannungsübung): zuerst Füße auf dem Boden, dann an der Wand, Scapula posteriore Depression, Grundposition „einfrieren“ und schnelle, kurze Griffwechsel für Körperspannung - Cool-down individuell 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID4</p> <ul style="list-style-type: none"> - physisch und psychisch anstrengend - ID 7 ungeduldig, alle anderen üben konzentriert - Prinzip der Boulderübungen scheint verstanden (Hausaufgabenübung), Übertragung vom Bouldern auf das Toprope-Klettern üben
<p>Einheit 18</p> <p>Routen = 4; senkrechte Wand</p>	<p>Aufwärmen: Kletter- und MS-spezifisch: Schultern, Finger, Gedächtnis, Kniebeugen (Wiederholung Beinachse)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toprope-Klettern: Schwerpunkt: Stabilität und 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Verwandter (ID 8)</p> <p>Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID4,11</p> <ul style="list-style-type: none"> -Konzentration auf die Arbeit an der Wand gut

<ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite - Mitte weiß Überhang - rechte Seite grün 	<p>Körperspannung (einbauen kurzer Haltephasen, Zeitlupenklettern)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beobachten der anderen in der Wand und mit Partner besprechen, welche Techniken zum Einsatz kommen <p>Kein Boulder</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cool-down individuell 	<p>-Techniküberprüfung untereinander macht den TN Spaß, alle sind gut dabei</p>
<p>Einheit 19 Routen = 5; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - Mitte weiß - rechte Kante grün Überhang - Kippwand links außen - Kippwand rechts außen 	<p>Aufwärmen: Kletter- und MS-spezifisch: Schultern, Finger, Gedächtnis, Kniebeugen (Variationen)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toprope-Klettern: Schwerpunkt: Stabilität und Beinarbeit, klettern nach Farben, auch Überhang (vorher festlegen), Abklettern (exzentrische Arbeit) - in den Pausen Kniebeugevariationen (Beinachse mit Partner, Airex-Kissen, Schrittstellung) - Wiederholen der eigenen Einschätzung der Anstrengung anhand der Borg-Skala - Cool-down individuell -Videoroute Kante rechts grün (ID 5, 8, 12) 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Helfer, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 10, Abwesend: ID 4,10</p> <p>-die Übertragung von Bewegungen in den Alltag wird vereinzelt angesprochen (Bsp. Kniebeuge)</p> <p>-Videoroute lief bei ID8 relativ schlecht, hohe Frustration, Fokus liegt stark auf der ataktischen linken Hand; ID 5 schafft dieselbe Route in 10Min. statt 45Min. (beim ersten Mal), total begeistert ID 12 zeigt weniger Probleme bei der Bewältigung der Route</p>
<p>Einheit 20 Routen = 4; senkrechte Wand</p> <ul style="list-style-type: none"> - linke Kante grün - linke Seite - Mitte weiß Überhang 	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwärmen: s.o. - neue Routen ausprobieren, Schwerpunkt: „weich greifen“ und Üben der erlernten Techniken (Füße, Füße, Füße => Beinarbeit, Entlastung Arme) - Cool-down individuell -Videoroute Kante rechts grün: ID 6 	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Helfer, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID10</p> <p>-die Übertragung von Bewegungen in den Alltag wird vereinzelt angesprochen</p> <p>-ID 6 wird für einen externen Beitrag mit Videoaufnahmen begleitet; beim Klettern der Videoroute klappt der Beginn besser, hohe Motivation und Wille, bis plötzlich die</p>

<p>-grün rechts <i>jährlicher Umbau der Routen</i></p>		<p>Spastik einschließt, die sich nicht mehr lösen lässt</p>
<p>Einheit 21 Routen = 5; senkrechte Wand - linke Kante grün - linke Seite - Mitte weiß - Verschneidung grün Überhang - grün rechts</p>	<p>- Aufwärmen: mit Bällen + „Farbenkreuz“ werfen und fangen, im Kreis herumgeben + Kniebeuge - neue Routen testen: weiches Greifen - Techniken üben in der Verschneidung und im Überhang - Cool-down Wiederholung und Fragen zu Mobilisations- und Dehntechniken - Videoroute Kante rechts grün: ID 9, 2 - vorgezogener Abschluss der Teilnehmer, die am letzten Termin nicht da sind: individuelle Feedbackrunde</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Helfer Teilnehmerzahl: 11, Abwesend: ID 8 (Zeh gebrochen) ID2 eher k.o., aber durch Kältebad vorher gut!, ID 4 noch schlapp von der Grippe vorher, ID 5 im Schwimmbad ausgerutscht und leicht Kopf sowie Knie angeschlagen -durch die 4 Routen hohe Intensität an der Wand, alle sehr fleißig - Arbeiten im Überhang: ID1,2,7,9,11 => Technik wird schnell vernachlässigt, fällt noch schwer; ID7 und 9 bis ganz oben -Verschneidung ideal zum Üben von Spreizen, Stützen und Stemmen - Stimmung insgesamt sehr gut! Gruppe hat sich zusammengefunden und organisiert mit Hilfe einer Therapeutin zur Überbrückung zusätzliche Termine in einer anderen Kletterhalle, bis es hier weitergehen kann - alle TN sind locker und entspannt, auch wenn es nicht so gut klappt oder die Kraft fehlt, gegenseitige Unterstützung</p>
<p>Einheit 22 Routen = 5; senkrechte Wand - linke Kante grün</p>	<p>- Aufwärmen: s.o. - Toprope-Klettern (individuelle Technik, beobachten der eigenen Leistung, Fragen) - Videoroute Kante rechts grün</p>	<p>Betreuer: 3 Therapeuten, 1 Helfer, 1 Verwandter (ID 8) Teilnehmerzahl: 9, Abwesend: ID 3,7,10 -die TN sind sich der vorerst letzten Stunde bewusst (etwas traurig), wobei das Klettern an sich gut läuft -Es kommt untereinander zu einem regen Austausch über</p>

<ul style="list-style-type: none"> - linke Seite weiß - Mitte weiß - Verschneidung grün Überhang - grün rechts 	<p>“Abschlussklettern”: gemeinsame Feedbackrunde</p>	<p>die letzten sechs Monate</p> <ul style="list-style-type: none"> -ein Großteil der TN möchte weitermachen, freut sich also auf ein Wiedersehen
<p>Fazit</p>	<p>Technikeinschätzung:</p> <p>ID1: flüssiger und etwas „leicht-füssiger“, Technik wird besser</p> <p>ID2: flüssig, technisch ruhig und gezielt, setzt Füße sauber</p> <p>ID3: vor zwei Einheiten Technikverständnis sichtbar geworden, dreht jetzt ein, Becken an der Wand</p> <p>ID4: ruhige, bedachte Klettertechnik, Kraft fehlt immer wieder</p> <p>ID5: saubere Technik, gute Körperspannung und Kontrolle</p> <p>ID6: Tagesform!, Konzentration und Erschöpfung erschwert die Kontrolle der Spastik, ruhiges und langsames Klettern gut</p> <p>ID7: ruhiger und etwas kontrollierter geworden, bessere Beinarbeit, Erfolg im Überhang (nutzt Kraft und Reichweite)</p> <p>ID8: hoher Fokus auf Defizite (Ataxie), Mann macht zusätzlich Druck im Hintergrund (evtl. klärendes Gespräch?) => Körperspannung und KSP-Verlagerung</p> <p>ID9: setzt Technik gut um, auch im Überhang, zieht viel Energie aus dem Training</p> <p>ID10: fehlt zu häufig, wenig Bewegungsgefühl</p> <p>ID11: Schub beeinflusst Regelmäßigkeit, anfangs eher</p>	<p>Eindruck der Therapeuten:</p> <p>Psyche: - Alle sind noch mit Begeisterung dabei, Niveauunterschiede bestimmen stark die Aufgabenstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spaß und Freude an der Bewegung, sowie eine hohe Motivation sind zu beobachten <p>Sozial:- sehr gute Kommunikation /Akzeptanz der TN in der Gruppe</p> <p>Motorik: - alle zeigen eine Verbesserung in der Technik auf dem jeweiligen Level, einige schaffen sogar das Klettern im Überhang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ataxie zeigt sich als größtes Problem, wenig Hilfsmöglichkeiten (Handschuh für besseren Halt, große Griffe, Kreuzkoordination) - Spastik lässt sich über Klettern an der Kante, Entspannungsübungen und zielgerichtetes Setzen beeinflussen - 10 Teilnehmer zeigen Interesse an weiterführendem Kurs in einer externen Kletterhalle, bis es im KTU weitergehen kann - ID 10 (zu oft gefehlt, keinen Zugang gefunden) und ID3 (Anfahrt zu weit und Aufwand zusätzlich zur Familie zu groß) hören auf

	zurückhaltend, wird aber mit jeder gekletterten Route flüssiger und sauberer, Tritt noch etwas hoch an ID12: gute Körperspannung + KSP-Kontrolle, Energie + Spaß	
--	---	--

Eigene Übungsbeispiele aus dem Programm:**Aufwärmen / Zusatzübungen / Cool down:**

- Gehen auf der Stelle + Armbewegungen: Schulterkreisen, gestreckte Arme nach Vorne und zur Seite bewegen + Hände öffnen und schließen
- Koordinationsspiel: beide Hände als Faust, eine Hand streckt den Daumen, die andere den Zeigefinger im Wechsel oder eine Hand flach auf den Brustkorb, der andere Arm gestreckt mit Faust nach vorne, gestreckte Arme auf Ansage in verschiedene Richtungen bringen
- Dehnübungen: M. Gastrocnemius, M. Quadriceps, M. Pectoralis, M. Iliopsoas, Ischiocrurale Muskulatur, Fingerbeuger
- Gleichgewichtsübungen und Mobilisation (bei Bedarf mit Festhalten): im Wechsel auf den Fußspitzen und Fersen balancieren; auf einem Bein stehen, Fuß hoch und runter ziehen, kreisen, Achter malen, Augen zu machen; Kopf drehen
- Kräftigung: Kniebeugen in verschiedenen Varianten (Achtung Beinachse)
- Partner- / Gruppenarbeit: „Spiegelbild“, Linienlaufen, „Roboterspiel“, auf Ansage „Bälle / Farbstern werfen und fangen“

Boulder/Sprossenwand:

- Langer Arm, Ober- / Untergriff (Daumen als Opponent)
- Kniebeugen, Steigen (Beinarbeit)
- Scapulakontrolle und Schulterzentrierung
- Aufrichtung / Beckenkontrolle
- Vorgabe der Griffe / Tritte für gezielte muskuläre Aktivität
- Techniktraining: Eindrehen, dynamisches Klettern, KSP verlagern, Balanceübungen, Fußtechnik (die tollen Bretter mit den aufgeschraubten Griffen, die man in die Sprossenwand einhängen kann, hast du noch gar nicht erwähnt)
- Spiele: so viele Griffe wie möglich aus einer Fußstellung erreichen, Paarweise Vorgeben von Griffen und Nachklettern, den Partner kreuzen

Kletterwand:

- gemischt („Haribo“) oder getrennt nach Farben klettern (Orientierung)
- Routen lesen (Griff / Tritte, gezielte Pausensituationen suchen, Einsatz verschiedener Techniken)
- Entlastung der Hände / weich Greifen (Beinarbeit)
- Zeitlupenklettern / Einfrieren (Körperspannung, KSP-Verlagerung), Blindklettern (Füße sauber setzen, nutzen kleiner Tritte), Abklettern (exzentrisches Nachlassen)
- Sturztraining (Sicherheit, Vertrauen)
- Wiederholung derselben Route (Konzentration, Automatisierung)
- dynamisches Klettern

Kommentare der Teilnehmer offene Selbsteinschätzung (Zitate)

ID 10 und ID 11 sind aufgrund der Ausschlusskriterien aus der Auswertung herausgefallen.

Aufgabe: Meine persönliche Einschätzung / Kommentar heute:

Erster Termin:

- ID 1: Anfangs keine Einschätzung! Keine Idee, was mich erwartet. Dann, an der Wand das Problem, dass ich mir körperlich nichts zutraue.
- ID 2: Es ist überraschend gut gegangen. Fatigue war kein Problem. Mein Ehrgeiz ist geweckt. Es war eine angenehme Veranstaltung.
- ID 3: War super.
- ID 4: Super!
- ID 5: Erste Erfahrungen sehr positiv, Erwartungen wurden voll erfüllt, Ideen gesammelt, wie ich mich für das nächste Mal vorbereiten kann, um die Leistung ausbauen zu können.
- ID 6: Super Einstand, freue mich auf das nächste Mal.
- ID 7: Etwas langatmig zu Beginn, aber cooles Gefühl in der Wand.
- ID 8: Interesse, Spannung, Überraschung über erste Schritte / Erfolge.
- ID 9: Erfolgserlebnis, hat den Tag massiv aufgewertet.
- ID 10: Hinterher: hätte ich nie gedacht!
- ID 11: Nette Einführung, erstes Klettern sehr gut.
- ID 12: Angenehm anstrengend, aber es macht unheimlich Spaß.

Halbzeit:

Die Teilnehmer wurden gebeten ihre Antwort bezüglich folgender Begriffe zu durchdenken: Entwicklung, Auswirkungen, Kletterleistung, Alltag.

- ID 1: Alltag viel besser! Mehr Kraft in den Armen/Beinen, mehr Sicherheit und mehr Vertrauen in den Körper, dass man Dinge schaffen kann, vorher eher Schonhaltung. Haushalt erledigen viel besser und leichter, weil Erschöpfung nicht so schnell, bzw. gar nicht da ist. Vor allem linker Arm wieder besser (Pelzigkeit manchmal noch da, aber Kraft ist um einiges besser). Motivation für Alltagsdinge (wie Arbeit) wieder mehr da. Generell bewege ich mich wieder mehr, gehe viele Strecken zu Fuß, bzw. gehe viel spazieren. Werde jetzt mehr Sport machen. Im Sommer beim Schwimmen musste ich nach ein paar Metern immer Pause machen und die Arme waren danach schwer. Letzten Dienstag bin ich wieder zum ersten Mal geschwommen und habe zwei Bahnen ohne Pause geschafft und hab die Arme nicht mal gespürt. Eigentlich freue ich mich jeden Samstag aufs Klettern und auch auf die anderen. Im Dezember hatte ich psychisch eher ein Tief, aber das Klettern war wichtig und ich bin auch immer gekommen. Mittlerweile geht es mir wieder sehr gut und ich habe mehr Energie.
- ID 2: Das Klettern geht langsam etwas besser. Ich muss mir mehr Zeit lassen und die Beine mehr einsetzen. Ich habe schon einiges gelernt: Knoten, Klettertechnik... Das Klettern macht sehr viel Spaß und es ist eine Herausforderung. Für meine Psyche wirkt sich das Ganze positiv aus. In letzter Zeit geht es mir körperlich (Gehvermögen, Fatigue) etwas besser.
- ID 3: Ich gehe nicht mehr so wackelig, die Gehstrecke hat sich an gutentagen verlängert, zu Hause kann ich längere Zeit stehen, z.B. Beim Kochen. Die Ausdauer hat sich verbessert. Ich habe viel mehr Lust und Tatendrang als vor drei Monaten. Die Stimmung hat sich gebessert.
- ID 4: Ich hätte vorher nie gedacht, dass ich das schaffe (so hoch zu klettern) – es tut sehr gut, den eigenen Schweinehund zu überwinden; ich kann mehr als ich mir selbst zugetraut hätte; es gibt mir auch viel, wenn ich anderen (zumindest etwas) helfen kann – da fühle ich mich gleich nicht mehr so nutzlos => erhöht das Selbstwertgefühl. Auch wenn ich nicht feststellen kann, dass mein Gleichgewicht signifikant besser geworden ist, bin ich in letzter Zeit nicht mehr so oft über meine eigenen Füße gestolpert und hingefallen.

- ID 5: Technische Infos gut aufgenommen, versuche mit den mir bekannten Einschränkungen diese umzusetzen; Oberkörperstabilität hat sich subjektiv verbessert, Gleichgewicht und Beweglichkeit der Beine nicht; Reflexe werden deutlicher wahrgenommen (links und rechts); in liegender Position habe ich manchmal da Gefühl, den Fußheber zu bewegen (rechts!); im Alltag hat sich körperlich eigentlich nichts verändert; sozial gesehen: Interessierte Gespräche und Selbstmotivation helfen schon, den oft frustrierten Alltag zu überwinden.
- ID 6: Stabilität im Alltag (Standicherheit), verbessertes Allgemeinbefinden, Steigerung der Kletterleistung, mehr Zufriedenheit, mehr Zufriedenheit, positive Einstellung.
- ID 7: relativ deutliche Verbesserung Bewegungsautomatismen in der Wand (Standfestigkeit, Eindrehen, Vertrauen, den nächsten Griff/Tritt zu finden; keine Änderungen im Alltag wahrnehmbar, was daran liegt, dass ich keine besonderen körperlichen Herausforderungen suche.
- ID 8: obwohl es mir immer noch schwer fällt, wird das Klettern etwas besser, leider ist die Ataxie seit Tagen schlimmer; Laufen mit Rollator ist etwas besser (mehr Kraft in den Beinen), aktuell seit einigen Tagen schlechte Tagesform; nach wie vor hohe Motivation!
- ID 9: vorher: Neue Dimension, die ich für mich nicht mehr in Erwägung gezogen habe; jetzt: Gehe mit meiner Art der Gleichgewichtsstörung bewusster um, nehme bewusst wahr, wann es für mich kritische Situationen gibt, kann besser dazu stehen, bin gelassener gegenüber meinem Defizit. Und ich meine, es gibt auch im Alltag einen Ansatz, Hilfe anzunehmen. Die Wand ist vertrauter; Ausprobieren hat eine spannende Seite bei mir anklingen lassen: Das Gefühl ausprobieren, und wenn es daneben geht, passiert nichts dramatisches, ist erleichternd und einfach klasse. Fazit: Ich steh wieder mehr im Leben. Das Chaos, was sich im Alltag zeigt, gehe ich gelassener an.
- ID 10: Zwei Bananen sind gut gegen Schwindel.
- ID 11 In Relation zur allgemeinen Verschlechterung bedingt durch Schub hat die Kletterleistung zwar abgenommen, die positiven Effekte sind geblieben: Verbesserung des Gangbildes, verbesserte Balance, Reduzierung der Spastik linkes Bein, Stimmungsaufhellung.
- ID 12: Ganz alleine bis rauf, Tritte und Griffe selbst gesucht, Füße selbst aufgezogen.

Letzter Termin:

- ID 1: Heute letztes Mal ☺. Lief richtig gut am Überhang, mehr getraut und zügig geklettert, dann ging auch mir die Kraft zu Ende! Grüne Überhangroute heute zum ersten Mal geschafft ☺.
- ID 2: Heute habe ich mich als Vorbereitung von 13.15-13.30 Uhr in die kalte Badewanne gelegt. Die erste Route (Ecke Nord) ging sehr gut. Die Kühlwirkung hielt bis 15.30 Uhr. Bin noch zweimal Mitte grün geklettert. Es war etwas schwerer und ich war etwas hektisch.
- ID 3: Heute ging es von den Beinen her recht einfach. Finger taten nicht weh!
- ID 4: Schade, dass es jetzt zu Ende ist. Das was ich nie für möglich gehalten hätte, habe ich geschafft. Selbst mein schwächeres Bein (links) kann mehr, als ich im zugetraut hätte.
- ID 5: Absolut baff über den Unterschied zwischen der ersten und zweiten Videoroute: gefühlte Verbesserung von etwa 25Min. zu 20Min., tatsächliche Verbesserung von 45Min zu 16 Min! Wahnsinn! Spaß und Freude sind geblieben, man fühlt sich unter Gleichgesinnten viel sicherer und motivierter, selbst bin ich nicht zufrieden mit der Bewegungsfähigkeit des rechten Beines, aber scheinbar entwickelt man Fähigkeiten, der effektiven Kompensation; kein Unterschied im Alltag erkennbar, außer dass sich die Sturzhäufigkeit reduziert hat, was ja auch nicht schlecht ist; sehe Zustand als stabil; eindeutige Verbesserung der Kletterleistung; keine Frage, ich möchte weiter Klettern. Vielen, Vielen Dank an die tolle Mannschaft, einfach super!
- ID 6: Mehr Stabilität im Alltag, Selbstbewusstsein, mehr Selbstwertgefühl, positive Grundeinstellung.

- ID 7: Dysarthrie aufgrund 1,5h Stunden Vortrag (Erschöpfung?), Cortison; pharmakologisch gestresst.
- ID 8: Starke Schwankungen je nach Tagesform; ausgeprägte Hochs und Tiefs; sicherere Haltung auf dem Tandem, besseres Festhalten mit der linken Hand am Lenker trotz Tremor; mehr Kraft beim Selber schieben des Rollis, insbesondere bei Steigungen, positive psychische Auswirkungen, außer an ganz schlechten Tagen
- ID 9: Mir hat es richtig Spaß gemacht: Warum? Meine Technik verbessert sich, ich kann mich besser einschätzen, Vertrauen vergrößert sich => rundum ein gutes Gefühl.
- ID 10 (50% Fehlzeiten): Das erste Mal zweimal an der Wand.
- ID 11: erneuter Schub (linke Hand, Augen) .
- ID 12: Gut, manche Griffe sind anders geschraubt, ist etwas schwierig.

A.4 Allgemeiner Fragebogen / Borg-Skala

Ausführlicher Erstanamnesebogen

Datum: 2009 ID-Nummer: _____

Name, Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Schuhgröße: _____

Erstdiagnose (Behandler und Monat/Jahr): _____

Diagnose MS gesichert? Ja Nein

Beginn der Symptomatik: _____

Aktuell behandelnder Neurologen (wenn möglich mit Adresse): _____

Erlerner oder ausgeübter Beruf: _____

Arbeitsfähig? Ja Nein

Diagnostizierte Verlaufsform (bitte ankreuzen):

- Schubförmig mit kompletter Remission stabiler Verlauf
- Schubförmig mit inkompletter Remission
- Sekundär chronische Progression mit Schüben, langsame Progression (langsame Verschlechterung)
- Primär chron. Progredienz
- Verlaufstyp nicht sicher bestimmbar

Aktuell akuter Schub Ja Nein

Krankheitsaktivität

aktiv (≥ 2 Schübe oder Progression um mehr als 1 Pkt. auf der EDSS in den vergangenen 2 Jahren)

passiv (kein Schub u keine Progression in den vergangenen 2 Jahren)

Wie viele Schübe hatten Sie in den letzten 5 Jahren? _____

Dauer pro Schub: _____

Datum letzter Schub: _____

Sehstörung

Ja

Nein

Wenn Ja Dioptrien

Rechts _____

Links _____

Zusatzerkrankungen: _____

Medikation (Präparat und Dosis): _____

Welche MS-typischen Störungen/Symptome haben Sie?

(Mehrfachnennung möglich.)

Fatigue

Gleichgewichtsstörungen

Stürze

Spastik

Ataxie

Konzentrationsstörungen

Depression

Gangunsicherheiten

Feinmotorik

Kraftlosigkeit

Blasen-/Darmstörung

Sexualektionsstörungen

Sensibilitätsstörungen Füße/Beine

Sensibilitätsstörungen Hände/Arme

andere: _____

Gehstrecke (falls bekannt):

- max. Gehstrecke größer 500m (ohne Hilfsmittel)
- max. 500m Gehstrecke ohne Hilfe
- max. 300m Gehstrecke ohne Hilfe
- max. 200m Gehstrecke ohne Hilfe
- max. 100m Gehstrecke ohne Hilfe
- mit einseitige Unterstützung 100m Gehstrecke
- mit bds. Unterstützung 20m Gehstrecke
- max. 5m Gehstrecke (mit oder ohne Unterstützung)
- Gehen einige Schritte / ansonsten an Rollstuhl gebunden
- Nicht gehfähig, ausschl. Rollstuhl

Letzter EDSS: _____

Wann erhoben? _____

Welche alternativen Therapien nutzen Sie und wie oft?

Krankengymnastik	_____mal/Woche
Ergotherapie	_____mal/Woche
Logopädie	_____mal/Woche
sonstige:	_____mal/Woche

Treiben Sie regelmäßig Sport:

ja nein

Wenn ja, welche Sportarten:

Schwimmen seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

Gymnastik seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

Radfahren seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

Sonstige Sportarten:

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

Folgefragebogen

Datum:

ID-Nummer: _____

Name, Vorname: _____

bitte Änderungen und Auffälligkeiten im letzten halben Jahr notieren:

- akuter Schub im letzten halben Jahr? Ja Nein

- wenn ja, genaue Angaben _____

- Medikation (Präparat und Dosis): _____

- Veränderung MS-typischen Störungen/Symptome?

- Änderungen von Therapien oder Sport

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____

_____ seit: _____ wie oft: _____ wie lang: _____



ID:

Datum:

Borg-Skala**6****7****sehr, sehr leicht****8****9****sehr leicht****10****11****recht leicht****12****13****etwas anstrengender****14****15****anstrengend****16****17****sehr anstrengend****18****19****sehr, sehr anstrengend****20**